

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Posouzení účinnosti technických indikátorů pomocí metody simulace Monte Carlo

Evaluation of effectivity of technical indicators using Monte Carlo simulation method

Student: Tomáš Martínek

Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal

Ostrava 2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

ve smyslu § 17, odst. f, zákona č. 111/98 Sb. a Studijního a zkušebního řádu pro studium v
magisterských studijních programech Vysoké školy báňské – Technické univerzity
Ostrava, čl. 23 až 26

Jméno diplomanta: **Tomáš Martínek**

Studijní obor: **Finance**

Název tématu:

**Posouzení účinnosti technických indikátorů pomocí metody simulace
Monte Carlo**

Anglický název tématu:

**Evaluation of effectivity of technical indicators using The Monte Carlo
simulation method**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í (o s n o v a):

Úvod

1. Charakteristika a nástroje technické analýzy
2. Popis metodologie simulace Monte Carlo
3. Ověření a zhodnocení úspěšnosti technických indikátorů

Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Přílohy

Rozsah průvodní zprávy: 50 – 60 stran

Rozsah příloh: podle potřeby

Seznam odborné literatury:

PRING, M. J. *Technical analysis explained*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1991. xiii, 521 s. ISBN 0-07-051042-3.

VÍŠKOVÁ, H. *Technická analýza akcií*. 1. vydání. Praha: HZ, 1997. 119 s.

ISBN 80-86009-13-0.

ZMEŠKAL, Z. a kol. *Finanční modely*. 2. vydání. Praha: Ekopress, s.r.o., 2004. 236 s.

ISBN 80-86119-87-4.

Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal

Datum zadání diplomové práce: 20. listopadu 2007

Datum odevzdání diplomové práce: 25. dubna 2008

.....
diplomant

.....
vedoucí DP

L. S.

.....
vedoucí katedry

.....
děkan

V Ostravě dne 20. 11. 2007

Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou práci včetně všech příloh vypracoval samostatně.

V Ostravě dne 25. dubna 2008

.....
Jméno a příjmení studenta

Rád bych tímto poděkoval prof. Dr. Ing. Zdeňku Zmeškalovi za jeho velmi cenné rady, obětavý přístup, náměty a připomínky při vedení mé diplomové práce.

OBSAH

Úvod.....	1
1 CHARAKTERISTIKA A NÁSTROJE TECHNICKÉ ANALÝZY	3
1.1 Analýza založená na technických indikátorech.....	11
1.1.1 Klouzavé průměry	11
1.1.2 Oscilátory	15
1.1.2.1 Indikátor MACD.....	16
1.1.2.2 Index RSI (index relativní síly)	17
1.1.3 Stop signály	20
1.2 Omezení a specifika použití technické analýzy.....	20
1.3 MetaStock	22
2 POPIS METODOLOGIE SIMULACE MONTE CARLO	23
2.1 Simulace náhodného vývoje finančních aktiv	24
2.1.1 Brownův geometrický proces	26
2.1.2 Náhodné procesy typu Mean-reversion	27
2.1.3 Generování náhodných čísel	31
2.1.4 Proces inverzní transformace	31
3 OVĚŘENÍ A ZHODNOCENÍ ÚSPĚŠNOSTI TECHNICKÝCH INDIKÁTORŮ	33
3.1 Předpoklady, vstupy a zjednodušení modelů	34
3.2 Vstupní data	36
3.2.1 Rostoucí trh	38
3.2.2 Postranní trh	39
3.2.3 Klesající trh	41
3.3 Parametry a postup simulace náhodných procesů	42
3.3.1 Inverzní transformace.....	42
3.3.2 Simulace rostoucího trhu.....	43
3.3.3 Simulace postranního trhu.....	44
3.3.4 Simulace klesajícího trhu	45
3.4 Charakteristika použitých indikátorů v Metastocku.....	46
3.4.1 Indikátor EMA s optimalizací.....	47
3.4.2 Indikátor MACrossover s optimalizací.....	48
3.4.3 Indikátor MACD s optimalizací.....	50
3.4.4 Indikátor RSI s optimalizací	51
3.5 Výsledky indikátorů v návaznosti na fáze trhu	51
3.5.1 Rostoucí trh s LONG pozicemi.....	52
3.5.1.1 Indikátor EMA s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh	52
3.5.1.2 Indikátor MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh ..	56
3.5.1.3 Indikátor MACD s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh.....	58
3.5.1.4 Indikátor RSI s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh.....	59
3.5.1.5 Shrnutí rostoucího trhu s LONG pozicemi.....	61
3.5.2 Postranní trh s LONG pozicemi.....	64
3.5.2.1 Indikátor EMA s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh	64
3.5.2.2 Indikátor MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh	66
3.5.2.3 Indikátor MACD s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh.....	67
3.5.2.4 Indikátor RSI s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh.....	68
3.5.2.5 Shrnutí postranního trhu s LONG pozicemi.....	70

3.5.3	Postranní trh s LONG i SHORT pozicemi.....	72
3.5.3.1	Indikátor EMA s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh	72
3.5.3.2	Indikátor MACrossover s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh	73
3.5.3.3	Indikátor MACD s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh	75
3.5.3.4	Indikátor RSI s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh	76
3.5.3.5	Shrnutí postranního trhu s LONG i SHORT pozicemi.....	77
3.5.4	Klesající trh se SHORT pozicemi.....	80
3.5.4.1	Indikátor EMA s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh.....	80
3.5.4.2	Indikátor MACrossover s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh	82
3.5.4.3	Indikátor MACD s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh.....	83
3.5.4.4	Indikátor RSI s optimalizací se SHORT pozicemi pro klesající trh	85
3.5.4.5	Shrnutí klesajícího trhu se SHORT pozicemi.....	86
ZÁVĚR		89
Seznam použité literatury		93
Seznam obrázků.....		98
Seznam tabulek.....		101
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce		103
Seznam příloh		104

Úvod

Technická analýza patří mezi základní typy analýz, které se zabývají hodnocením a analyzováním rozmanitých trhů, především akciových, devizových a komoditních. Dále se zabývá přístupem k těmto trhům a obecně k investování. Svou podstatou technická analýza patří spíše ke krátkodobým analýzám a snaží se odhadnout vývoj aktiva, nebo určit vhodný signál k provedení obchodní transakce. Technická analýza je založena na minulých i současných tržních datech a informacích o pohybech kurzů aktiv a vychází z myšlenky, že v ceně určitého aktiva jsou již zahrnuty všechny podstatné informace dostupné na trhu v určitý čas. Z těchto tržních dat lze pomocí technické analýzy různými metodami (grafické metody, technické indikátory) odhadnout skryté procesy, skryté zákonitosti, vzorce chování a vlastnosti časových řad, kdy cílem této analýzy je poskytnout investorovi ve správný čas správné informace za cílem dosažení výnosu při obchodování s těmito aktivy. Velký rozvoj pro technickou analýzu nastal s rozvinutím výpočetní techniky, která velmi zjednodušila a zefektivnila provádění především exaktních metod technické analýzy, tedy analýzy založené na technických indikátorech. Právě technickým indikátorům, a posouzení úspěšnosti výsledků indikátorů mezi sebou a s trhem, je věnována tato práce.

Simulační metody, souhrnně nazývány metody simulace Monte Carlo, byly vytvořeny s cílem řešit problémy a úkoly, které jinými metodami nebylo možné, nebo nebylo efektivní, řešit. V současnosti se tyto metody používají na velmi rozmanité úkoly v rámci velké skupiny vědních oborů, kdy při hledání řešení nelze aplikovat analytické řešení. Propojují poznatky z oblastí statistiky, pravděpodobnosti, programování a teorií systému, kdy dochází k simulaci reálného systému v počítačovém prostředí a k hledání odpovědí a výsledků z fungování tohoto systému. Tyto metody byly vytvořeny už v padesátých letech minulého století, přesto, stejně jako pro technickou analýzu, pro ně znamenal velký rozvoj až příchod a rozšíření výpočetní techniky.

Cílem práce je posoudit účinnost zvolených indikátorů pomocí simulačních metod Monte Carlo, v závislosti na nastavených podmínkách, fázích trhu a zvolených kritériích. Výsledky mají pomoci zodpovědět otázku, zda pro dané typy trhů, s danými podmínkami, lze použít zvolené indikátory při investování do akcií či nikoliv. Jako zdroje dat slouží reálná tržní data, ze kterých jsou určeny typy náhodných procesů, podle kterých se časové

řady dat chovají. V práci bude použito rozlišení na tři základní typy trhů – rostoucí trh, postranní trh a klesající trh a dva základní druhy přípustných pozic – long a short pozice. Následně jsou simulačními metodami, pro každý typ trhu samostatně, předpovězeny možné vývoje trhu. Na tyto simulované vývoje trhu jsou aplikovány technické indikátory a budou porovnány výsledky dosažené těmito indikátory mezi sebou i s trhem, podle jednotlivých fází trhu. Kritériem hodnocení výsledků indikátorů budou hodnoty průměrného očekávaného výnosu a hodnoty 1. a 5. percentilu.

Tato práce je rozdělena do dvou hlavních celků, první celek se zabývá teoretickými základy problematiky a je rozdělena do dvou kapitol. Druhý hlavní celek je věnován praktickým výpočtům, které se opírají a rozvíjejí vymezené teoretické základy.

První kapitola je věnována teorii technické analýzy s hlavním důrazem na popis zvolených technických indikátorů. V této kapitole jsou dále rozvedeny způsoby částečné ochrany před podstoupením nadměrných rizik, nepříznivé vlastnosti či specifika této analýzy. Také bude stručně popsáno programové vybavení použité k technické analýze.

Druhá kapitola je věnována simulacím a náhodným procesům, kdy bude vymezena tato oblast s rozvedením nejběžněji použitých náhodných procesů a postupů simulace těchto procesů.

Třetí kapitola je věnována praktické části a výpočtům spojenými se simulací náhodných procesů, kdy jsou nejprve vymezeny podmínky a vstupní data. Dále je simulován možný vývoj trhu v závislosti na fázích trhu a na tyto simulované vývoje (scénáře) jsou aplikovány zvolené indikátory s rozdílnými podmínkami. Výsledky indikátorů jsou průběžně komentovány pro lepší přehlednost výsledků a pro každou fázi trhu jsou výsledky indikátorů porovnány, podle zvolených kritérií, mezi sebou i s trhem obecně.

1 Charakteristika a nástroje technické analýzy

Technická analýza je jedna ze základních metod pro oceňování akcií. Technická analýza vychází z publikovaných tržních dat, jimiž nejsou jen akciové kurzy nebo objemy realizovaných obchodů, ale také i hodnoty akciových indexů reprezentujících určitý trh. Z těchto dat a hodnot se snaží odhadnout budoucí vývoj ceny akcie. Technickou analýzu je možno podle používaných nástrojů rozdělit na,

- analýzu grafickou,
- analýzu založenou na technických indikátorech.

Metody grafické analýzy využívají data, která se různým způsobem zanášejí do grafu. Tyto grafy mají řadu forem. Mezi nejpoužívanější formy patří například čárové grafy, sloupkové grafy, svícnové grafy, Point and figure grafy, KAGI graf apod. Nejjednodušším a nejvíce používaným typem grafů jsou klasické čárové grafy, použité i v této práci, kdy jsou uzavírací kurzy akcií, dosažené v jednotlivých obchodních dnech, spojovány pomocí čar. Výhodou tohoto grafu je přehlednost a jednoduchost. Nevýhodou však je to, že využívá především pouze uzavírací ceny akcií a proto neumožňuje zachytit do grafu i další cenové informace typu otevírací ceny, nejvyššího denního dosaženého kurzu apod. Na čárový typ grafu navazují další zmiňované typy grafů, které se snaží odstranit tuto nevýhodu čárového grafu zahrnutím dalších informací do grafického vyjádření. Grafická analýza obsahuje velké množství grafických formací, ale protože grafická analýza není hlavním předmětem této práce, nebudou dále tyto formace více rozváděny, s výjimkou formací hranic podpory a odporu, trendů a trendových linií.

Trendy a trendové linie vychází z fungování akciových trhů, kde dochází k neustálému střídání dvou, případně tří, základních typů trhů (typů trendů). Rozlišujeme **rostoucí trend** (rostoucí trh, často bývá označený jako **býčí trh**), trend postranní (postranní trh) a **klesající trend** (klesající trh, označený jako medvědí trh). Rostoucí trend (býčí trh) je charakterizován postupně se zvyšujícími kurzovými maximy a minimy, dále můžeme charakterizovat tento trh podle přístupu a odrazu trhu v nových informacích, kdy výskyt pozitivní zprávy má vysoký vliv na trh jako celek a vede většinou k novému růstu cen na trzích. Současně však výskyt negativní informace má na tento trh jen velmi malý, nebo mizivý účinek. K potvrzení rostoucího trendu lze použít objemy obchodů a platí, že při

rostoucím trhu rostou ceny a současně rostou denní objemy uskutečněných obchodů. Rostoucí trend lze rozdělit do několika fází, v první fázi jsou ceny akcií (aktiv obecně) stlačeny, což souvisí také se špatnými zprávami z podnikového sektoru. Pro investora, který investuje v dlouhodobém horizontu (3 a více let), jde o fázi, kdy by měl nakupovat, protože ceny jsou relativně nízko. Následuje fáze, která je charakteristická velkým růstem cen akcií. Tato fáze růstu je z části vyvolána tím, že tito dlouhodobí investoři vložili své prostředky do tohoto trhu a došlo k počátečnímu růstu cen akcií, který odstartoval následující růsty cen akcií a všeobecně pozitivní náladu na trzích s očekáváním pozitivních budoucnosti. V této fázi investoři dosahují vysokého zhodnocení. S růstem výnosnosti trhu roste nebezpečí brzké změny trendu, při které většinou „běžní“ investoři utrpí ztráty. Zvláště ti, kteří vstupují na trh až v poslední fázi. Závěrečná fáze je charakterizována velkými objemy obchodů a po této fázi většinou dochází ke změně trendu na postranní nebo klesající.

Klesající trend (medvědí trh) je charakteristický postupným snižováním hodnot kurzových maxim a nabývaní nových kurzových minim. I na této fázi (typu) trhu platí situace, kdy výskyt nových negativních informací vede velkému poklesu trhu, ale výskyt pozitivních informací má trh malý nebo jen zanedbatelný vliv. Klesající trend může začínat poslední fází rostoucího trendu, kdy díky vysoké ceně akcií dochází k převisu nabídky nad poptávkou, což vyvolává tlak na snížení ceny akcií. V této fázi ještě většinou běžní investoři stále ještě nakupují akcie, kdežto informovaní velcí investoři (institucionální investoři, nebo se také vžilo pojmenování „Smart Money“) začínají prodávat své držené cenné papíry, případně začínají vstupovat sami do SHORT pozic. Tyto „výprodeje“ akcií od institucionálních investorů vede ke změně nálady na trhu a postupně dochází k nastoupení třetí fáze. Třetí fáze je charakteristická masovými výprodeji akcií, především od institucionálních investorů, což tlačí cenu akcií dolů a dochází k masovému prodeji akcií od běžných investorů. To vede k dalšímu snižování cen akcií a k opouštění trhu částí ekonomických subjektů. Závěrečná fáze je charakteristická špatnými zprávami i očekáváním ekonomických subjektů včetně běžných investorů, doprovázena nízkými cenami akcií i objemů obchodů. V této fázi začínají velcí informovaní investoři opět nakupovat a celý cyklus se začíná znovu opakovat.

Postranní trend označuje horizontální pohyb trhu, kdy kurz akcie osciluje okolo vodorovné linie a dochází k rychlému střídání krátkodobých rostoucích a klesajících trendů, případně se trh pohybuje bez zjevného trendu.

Hranice podpory a odporu. Technická analýza se také snaží definovat úroveň kurzu, při kterém se dá očekávat změna kurzu. V této souvislosti se konstruuje v grafické analýze dvě hranice a to tzv. **hranice podpory** (dolní hranice) a **hranice odporu** (horní hranice). Konstrukce těchto hranic se provádí tak, že se k trendové linii připojí vhodná rovnoběžná přímka, čímž vznikne tzv. **trendový kanál**. Uvnitř tohoto trendového kanálu se pak pohybují akciové kurzy. Trendové linie, které jej vytvářejí, jsou pak nazývány hranicemi podpory a odporu. Hranice podpory je tvořena nejnižšími očekávanými cenami, pod které by kurz akcie neměl klesnout, protože jeho pokles na tuto úroveň je již spojen s očekávaným růstem poptávky. Růst poptávky je způsoben s tím, že mnoho investorů je již přesvědčeno, že akcie jsou na dané hladině již dostatečně levné. Opačně při posunu hodnoty kurzu akcie k horní hranici (hranici odporu) analytici očekávají vzestup nabídky akcií, protože se domnívají, že při této úrovni kurzu je již výhodné akcie prodat. V případě, že kurz akcie z trendového kanálu vybočí a protne trendovou linii, je to obecně považováno za předzvěst trendové změny a akcie se začnou obchodovat v novém obchodním rozpětí s novou dolní a horní hranicí. Prolomení linie odporu je nákupním signálem, prolomení linie podpory je signálem prodejním.

Využívání grafické analýzy je však spojeno s určitými nevýhodami, které omezují její použití v praxi. Především existuje velká řada cenových rámců spojená v praxi s problémem přesné identifikace daného cenového rámce. Různí analytici mohou dojít často k různým závěrům, které si mohou navzájem i zcela odporovat, což znamená, že zde existuje značná subjektivita. Velmi tak záleží na zkušenosti a představivosti analytika grafické analýzy, který provádí hodnocení grafických formací. Skutečné formace totiž mnohdy nenabývají zcela zřetelných a vzorových podob. Dalším nedostatkem je okamžik identifikace cenového rámce. Okamžik, kdy je již možno rozpoznat určitou grafickou formaci nebo cenový rámec, totiž většinou nastává až na konci této formace a kdy již zpravidla nezbyvá čas na profitování z kurzových pohybů.

Analýza založená na technických indikátorech. Technické indikátory a testování účinnosti (úspěšnosti) těchto indikátorů na zvolených fázích trhu je stěžejní téma této práce a proto této části bude věnována následující kapitola.

Mezi další typy analýz, velmi často používaných k ocenění akcií, patří především fundamentální a psychologická analýza. Tyto analýzy nejsou předmětem této práce, a proto nebudou dále podrobně rozváděny. Uvedeme pouze stručnou charakteristiku obou dalších analýz. **Fundamentální analýza** je nejčastěji používaný typ analýzy, pokud mluvíme o analýze cenných papírů resp. akcií. Vychází z předpokladu, že na trhu existují podhodnocené a nadhodnocené cenné papíry. Jde o takové cenné papíry, jejichž vnitřní hodnota, neboli teoreticky vypočítaná cena, se liší od aktuálního kurzu vytvořeného na organizovaném akciovém trhu. Tuto analýzu lze považovat za nejkomplexnější analýzu hledající základní a podstatné faktory významně ovlivňující kurz akcie a její vnitřní hodnotu. Komplexnost fundamentální analýzy vyplývá z analyzování velkého množství interních i externích faktorů, které mají vliv na stanovení vnitřní hodnoty akcie. Mezi interní faktory patří především výsledky a stav samotné zkoumané společnosti, jejíž emitované cenné papíry jsou v hledáčku fundamentální analýzy. Mezi externí faktory lze zařadit především stav a vliv ekonomiky jako celku (ekonomiky na makroekonomické úrovni), vliv mezinárodního ekonomického a konkurenčního prostředí a v neposlední řadě zde zkoumáme i vliv těchto faktorů na odvětví, ve kterém podniká sledovaná společnost. Fundamentální analýza je považována svou povahou za dlouhodobou analýzu, jejímž hlavním cílem je určit to, zda ocenění akcie, či jiného aktiva na trhu, odpovídá její skutečné vnitřní hodnotě.

Psychologická analýza vychází z předpokladu, že akciové kurzy jsou pod silným vlivem masové psychologie burzovního publika, která tím, že působí na všechny účastníky trhu, ovlivňuje jejich ceny. Budoucí cena akcie tedy závisí na impulzech ovlivňujících chování davu, který je veden buď k nákupu (převažuje poptávka táhnoucí cenu vzhůru) nebo prodejem (převažuje nabídka tlačící ceny dolů). Psychologická analýza je považována, díky rychle se měnícím náladám na trhu a rychlým změnám davového chování, za krátkodobou analýzu. Většina publikací věnující se investování do akciového trhu uvádí, že v procesu investování do akcií by měly být používány informace ze všech tří analýz dohromady. Tedy fundamentální analýza svou dlouhodobou povahou má za hlavní cíl vytipovat podhodnocené a nadhodnocené akcie, následně krátkodobá technická

a psychologická analýza mají za cíl určit přesný okamžik investování do těchto vytipovaných akcií. Tímto postupem by mělo být dosaženo nejvyšší účinnosti a nejlepšího výsledku investování.

Technická analýza obecně je zpravidla prováděna na dvou úrovních. V první řadě je používána k analýzám jednotlivých akcií, u nichž se pokouší předpovídat budoucí pohyby jejich kurzů. Z druhého pohledu slouží k analýzám tržního vývoje akciových trhů jako celku.

Při pohledu na technickou analýzu lze spatřit velkou skupinu **zastánců technické analýzy** stejně jako velkou skupinu **odpůrců** této analýzy. Obě skupiny, stojící svými názory na opačných stranách v přístupu k této analýze, dokládají svůj přístup k této analýze rozdílnými argumenty. Zastánci technické analýzy odmítají koncepci analýzy postavenou na základě výpočtů jejich vnitřních hodnot (fundamentální analýza), kterou považují za velmi obtížnou a ne příliš spolehlivou. Vycházejí přitom z obecného přesvědčení, že rozhodujícími faktory, ze kterých lze při analýze vycházet, jsou tržní nabídka a poptávka. Na základě této poptávky a nabídky dochází k uzavírání obchodů a tvorbě kurzu. V této nabídce a poptávce je již podle zastánců technické analýzy dostatečně obsažen optimismus i pesimismus všech účastníků trhu, včetně jimi uvažovaných fundamentálních údajů, stejně jako i další dostupné tržní informace.

Pro uživatele technické analýzy není až tak podstatná cenová úroveň a konkrétní příčiny kurzových změn, jako spíše jejich předvídání a odhadování okamžiků, kdy nastanou. Vedle již uvedených publikovaných tržních dat vycházejí též z předpokladu, že lidské chování zůstává ve své podstatě stále stejné a na základě tohoto názoru prokazují, že stejně i chování investorů se vyznačuje opakujícími se reakcemi. Z nich následně odhadují budoucí vývoj kurzů. Protože se historie cenových změn v průběhu času neustále opakuje, pomocí časových řad identifikují příslušné vývojové trendy a cenové rámce.

Cílem technické analýzy je tedy zachytit formou grafického znázornění vývoj kurzu a burzovních indexů a následnými rozbory vytvořených grafů zjišťovat budoucí směry jejich dalšího vývoje. Můžeme nalézt také jinou definici technické analýzy. Technická analýza je metodou odhadu cen akcií, založenou na studiu chování jednotlivých akcií a celkového trhu, které je založené na vztahu nabídky a poptávky.

Z vývoje cen a objemů obchodu v minulosti odvozuje pravděpodobný vývoj cen v budoucnosti.

Tato činnost je vedena snahou předvídat budoucí změny kurzových trendů dříve, než nastanou, protože pokud dojde k odhalení nového trendu včas, může investor s předstihem a v okamžiku pro něj vhodném zadat příkazy na nákup nebo prodej příslušné akcie. Odhalení skutečného začátku trendu je velmi obtížné, protože dlouhodobým zkoumáním bylo zjištěno, že v praxi existuje celá řada trendů, které se navzájem liší dobou svého trvání. Vzhledem ke skutečnosti, že se většina technických analytiků snaží o odhalování možností, jak dosahovat zisku v krátkém období, **je technická analýza považována za analýzu krátkodobou.** Použití technické analýzy je v posledních letech podstatně snadnější, než tomu bylo dříve, a to v souvislosti s využitím a rozšířením výpočetní techniky včetně programového vybavení.

V současné době existuje všeobecný názor, že technickou analýzu je nutno provádět na základě údajů zahrnujících období minimálně šesti měsíců, protože údaje za kratší časová období mohou být značně zavádějící. Za potřebné údaje jsou obvykle považovány otevírací (OPEN), nejvyšší (HIGH), nejnižší (LOW) nebo uzavírací (CLOSE) denní kurzy a objemy (VOLUME) provedených obchodů sledovaných na burze.

Z uvedeného můžeme shrnout některé základní vlastnosti technické analýzy.

- Technická analýza je založena na publikovaných tržních datech,
- středem pozornosti technické analýzy je načasování nákupních nebo prodejních rozhodnutí a zaměřuje se na cenové změny,
- technická analýza je postavena na sledování a analyzování interních faktorů při analyzování pohybu akcií nebo celkového trhu,
- technická analýza se spíše zaměřuje na krátké období. Většina metod technické analýzy se snaží identifikovat cenové změny v relativně krátké periodě.

Technická analýza je založena na předpokladu, že tržní ceny akcií jsou určeny nabídkou a poptávkou a reflektují optimismus a pesimismus účastníků trhu. Techničtí analytici jsou přesvědčeni, že investoři při svém rozhodování na akciovém trhu využívají velké množství faktorů včetně těch, které nemají žádný vztah k fundamentálním informacím (například

pověsti dané společnosti, ekonomické, politické, psychologické faktory, informace z doslechu, v určité míře i neověřené informace, momentální pohnutky, nabyté zkušenosti atd.). Druhým klíčovým prvkem technické analýzy je hypotéza, že akciové kurzy vykazují trendové chování. Vychází se z faktu, že kurzy mají vždy svůj jasně definovaný trend a následné kurzové změny jsou na sobě závislé a nejsou nahodilé, tedy že kurzy se pohybují v rozdílně definovaných trendech, které trvají vždy určitou dobu. Všichni investoři však neidentifikují trend ve stejný okamžik.

Ve shrnutí je tedy technická analýza založena na následujících základních předpokladech.

- Tržní cena je určována pouze prostřednictvím vztahu mezi nabídkou a poptávkou,
- nabídka a poptávka po akciích je ovlivňována jak fundamentální, tak psychologickými faktory,
- akciové kurzy se pohybují v trendech, protože trvá určitou dobu, než se tržní cena přizpůsobí nové rovnovážné úrovni,
- změna trendu je způsobena posunem nabídky a poptávky,
- změny trendu mohou být včas identifikovány prostřednictvím studia historických cen a objemů obchodů,
- mnoho grafických formací se pravidelně opakuje a umožňují tak prognózy budoucího vývoje kurzu.

Vzhledem k tomu, že počátky technické analýzy, včetně programového vybavení pro technickou analýzu, pochází z anglicky mluvících zemí, budou v této práci použity velmi často originální anglické názvy (například pojmy typu MACD, LONG, SHORT apod.).

Z pohledu obchodování rozlišujeme dva základní přístupy k obchodování (někdy nazývané spekulace). Spekulaci lze rozlišit na **spekulaci na vzestup kurzu** a **spekulaci na pokles trhu**.

Spekulace na vzestup kurzu provádí investor v okamžiku, kdy nakupuje jím vytypované cenné papíry s očekáváním, že jejich kurzy v budoucnu vzrostou, takže jejich dočasnou držbou a následným prodejem dosáhne kapitálových výnosů. Tohoto lze dosáhnout dvěma způsoby.

- Nákup cenných papírů z vlastních peněžních prostředků s cílem jejich následného prodeje za vyšší cenu. Tento případ je zcela jednoduchý a tradiční typ obchodování, při kterém používá investor k nákupu cenných papírů pouze vlastní prostředky. Provedení této transakce nazýváme vstupem do LONG pozice,
- nákup cenných papírů na úvěr s cílem jejich budoucího prodeje za vyšší cenu. Tyto obchody nazýváme maržové obchody a jedná se zde o velmi riskantní spekulaci založenou na nákupu cenných papírů na úvěr při očekávání vzestupu jejich kurzu. Při obchodování s vypůjčenými prostředky musíme mít na mysli, že v případě neúspěšného obchodu zůstává hodnota našeho závazku stále stejná a navíc musíme počítat s úhradou nemalých debetních úroků z vypůjčených zdrojů.

Spekulaci na pokles provádí investor v situaci, kdy očekává pokles akciového kurzu. Tato operace spočívá v tom, že si nejprve cenné papíry vypůjčí od obchodníka s cennými papíry, následně je prodá a snaží se je koupit za nižší cenu zpět. Spekulaci na pokles lze provést dvěma způsoby.

- Prodej vlastních cenných papírů s cílem jejich budoucího zpětného nákupu za nižší cenu. Investor prodá držené cenné papíry nakoupené z vlastních prostředků, protože očekává, že brzy dojde k poklesu jejich cen a plánuje po odklesnutí cen je zpět nakoupit za nižší cenu,
- prodej vypůjčených cenných papírů s cílem jejich budoucího zpětného nákupu a vrácení. V tomto případě se jedná o tzv. SHORT pozici, neboli prázdný (krátký) prodej. Tento druh spekulace vychází z krátké pozice investora, neboli z jeho úmyslu profitovat na předpokládaném poklesu kurzu akcií i v případě, že dané cenné papíry nevlastní.

Rozdíl mezi SHORT pozicí a normální transakcí spočívá v tom, že v případě normální transakce je aktivum nejprve koupeno a později se ziskem (nebo ztrátou) prodáno, zatímco v případě SHORT pozice je postup opačný, kdy nejprve je vypůjčené aktivum prodáno, aby následně bylo koupeno za nižší cenu a vráceno zpět. Obchodování s vypůjčenými prostředky je velmi rizikové, protože investor v plné míře zodpovídá i za tyto vypůjčené prostředky, takže i v případě neúspěšného obchodu jeho závazek zůstává ve stále stejné výši. Z vypůjčených prostředků musíme navíc hradit debetní úroky, které výrazně převyšují hodnotu kreditních úroků.

1.1 Analýza založená na technických indikátorech.

Technický indikátor je funkce, která pro každý obchodní den t , na němž je definována, přiřadí reálné číslo konstruované na základě znalosti cen nebo objemů konkrétní akcie do obchodního dne t . Z hlediska charakteristik obchodů s cennými papíry se rozlišují **indikátory cenové, indikátory cenově objemové a indikátory objemové**. Zvláštní skupinu indikátorů tvoří indikátory celkového trhu, které ukazují, v jakém stádiu se trh momentálně nachází.

Indikátory technické analýzy se používají jako součást obchodního systému (obchodní strategie), která na základě chování těchto indikátorů generují nákupní nebo prodejní signály. Tedy pro každý obchodní den určují, zda je vhodné daný cenný papír nakoupit (otevřít nebo vstoupit do pozice), prodat (uzavřít otevřenou pozici), případně neprovádět žádnou z činností, tedy zůstat mimo trh (zůstat „out“). Mezi nejpoužívanější indikátory technické analýzy patří indikátory šíře trhu, nová maxima a minima, klouzavé průměry, pásmová analýza, anticyklické indikátory, indexy důvěry a oscilátory. V této práci se zaměříme na kategorii klouzavých průměrů, konkrétně exponenciální klouzavé průměry, a skupinu oscilátorů, konkrétně indikátory RSI a MACD.

1.1.1 Klouzavé průměry

Indikátory postavené na klouzavých průměrech jsou nejvýznamnějšími a pravděpodobně i nejčastěji používanými nástroji technické analýzy, přičemž se dají použít k analyzování jednotlivých akcií, stejně jako k analýze celého trhu. Tento indikátor můžeme zařadit do skupiny **trendových indikátorů**, které velmi dobře vystihují začátky a směry nově nastupujících trendů.

Klouzavý průměr ceny akcie v čase t se konstruuje jako lineární kombinace určitého (konečného) počtu cen v minulosti až do času t . Součet těchto koeficientů je roven jedné. Klouzavé průměry se používají pro identifikaci směru a míry pohybu kurzů. Podle jejich konstrukce jsou v praxi používány různé druhy klouzavých průměrů.

- Prosté, jednoduché klouzavé průměry (simple moving average),
- vážené klouzavé průměry,
- triangulární klouzavé průměry,
- variabilní klouzavé průměry,

- exponenciální klouzavé průměry,
- kombinace dvou či více klouzavých průměrů.

Obecně parametrem klouzavého průměru je délka klouzavého průměru n , který v případě jednoduchého, triangulárního a váženého klouzavého průměru udává počet minulých cen použitých k jejich výpočtu. V případě exponenciálního a variabilního klouzavého průměru určuje parametr výši procentního podílu přiřazeného nejnovějším hodnotám akciového kurzu. Tento parametr je označen jako λ (**lambda**) a má charakter **vyrovnávací konstanty**.

Tyto druhy klouzavých průměrů se liší svou konstrukcí, stejně jako vhodností použití pro různé časové řady. Prostý (jednoduchý) klouzavý průměr je obyčejným aritmetickým průměrem posledních n pozorování. Všechna zúčastněná pozorování mají stejnou váhu ve výši $\frac{1}{N}$, takže indikátor nerespektuje stárí a tedy ani míru vlivu jednotlivých dat.

$$S_t(n) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{n-1} a_{t-i}, \quad (1.1)$$

kde $S_t(n)$ je jednoduchý klouzavý průměr délky n v čase t počítaný z ceny akcie a_t , N je délka klouzavého průměru, a_{t-1} je hodnota akciového kurzu v čase $t-1$.

Vážený klouzavý průměr je typem klouzavého průměru s lineárním rozložením vah, kdy největší váhu mají současná data a směrem do minulosti váhy lineárně klesají. Triangulární klouzavý průměr je dvakrát za sebou provedený jednoduchý klouzavý průměr. Největší váhu mají data ležící uprostřed periody délky n , směrem do minulosti i do přítomnosti váhy stejnou měrou lineárně klesají. Variabilní klouzavý průměr je speciálním případem exponenciálního klouzavého průměru se dvěma vyrovnávacími konstantami, přičemž hodnota druhé vyrovnávací konstanty se mění v čase podle volatility ceny akcie. Největší váhu mají současná data a směrem do minulosti váhy exp. klesají.

Exponenciální klouzavý průměr je zvláštní formou váženého klouzavého průměru, ale váhy nejsou rozděleny lineárně, nýbrž exponenciálně. Největší váhu mají současná data

a směrem do minulosti váhy exponenciálně klesají. Hlavní výhodou této metody je v tom, že tento indikátor bere v úvahu veškerá data z minulosti a neomezuje se tak pouze na periodu délky n . Vzorci pro výpočet tohoto klouzavého průměru se dají vyjádřit rekurentně nebo explicitně. Uvedeme zde rekurentní vyjádření a princip výpočtu v programu MetaStock. Rekurentní vyjádření exponenciálního klouzavého průměru vypadá následovně,

$$E_t(n) = E_{t-1}(n) + \frac{2}{n+1} \cdot [a_t - E_{t-1}(n)]. \quad (1.2)$$

První člen exp. klouzavého průměru nabývá hodnoty podle následujícího vzorce,

$$E_1(n) = a_1. \quad (1.3)$$

Hodnota λ se vypočte následovně,

$$\lambda = \frac{2}{n+1}, \quad (1.4)$$

kde $E_t(n)$ je exp. klouzavý průměr délky n v čase t , $E_{t-1}(n)$ je exp. klouzavý průměr délky n v čase $t-1$, n je délka časové periody klouzavého průměru, a_t = kurz akcie v čase t , $E_1(n)$ je hodnota exponenciálního klouzavého průměru prvního člena časové řady, a_1 je první hodnota časové řady, λ je procentní podíl (vyrovnávací konstanta) přiřazený nejnovějším hodnotám akciového kurzu.

Vyjádření vzorců pro výpočet této funkce v programu MetaStock vypadá trochu odlišně, protože MetaStock, jako uživatelský program, také pracuje s délkou časové periody, kterou přepočítává na vyrovnávací konstantu λ podle vzorce (1.4). Výpočet hodnoty exp. klouzavého průměru probíhá podle následujícího výrazu.

$$E_t(n) = a_t \cdot \lambda + E_{t-1}(n) \cdot (1 - \lambda). \quad (1.5)$$

Při hledání nákupního nebo prodejního signálu se porovnávají klouzavé průměry s aktuálním kurzem, nebo se srovnává pozice dvou klouzavých průměrů vůči sobě samým, případně vůči aktuálnímu kurzu. Velmi důležitým krokem při používání klouzavých

průměrů je určení vhodné délky klouzavých průměrů, tedy stanovení počtu dnů, ze kterých se klouzavé průměry vypočítávají. Při analyzování dlouhodobého nebo hlavního trendu se používají dlouhé časové periody, typicky 100, 150 denní. Výjimkou nejsou ani 200 nebo 250 denní klouzavé průměry. Pro analýzu střednědobého pohybu se používají klouzavé průměry o délce typicky 50 dnů a pro analýzu krátkodobého trendu se používají průměry pouze několikadenní.

Volba vhodné délky klouzavého průměru závisí dále i na dlouhodobosti a charakteru trhu. Pro postranní trh je výhodnější používat kratší klouzavé průměry, protože rychleji a častěji reagují na změny trendu. V případě trhu s trendem je výhodnější používat delší klouzavé průměry, protože krátké klouzavé průměry by vedly k předčasným signálům.

Současně je třeba uvést varování technických analytiků, kteří obecně varují před použitím jediného, byť sebeoblíbenějšího, indikátoru k určení optimální doby nákupu či prodeje.

V případě použití pouze jednoho klouzavého průměru se nákupní, nebo prodejní signály zjišťují srovnáváním hodnot akciového kurzu a klouzavého průměru. Nákupní signál pak nastává, když křivka akciového kurzu protne křivku klouzavého průměru směrem zespoda nahoru. Prodejní signál naopak nastává v situaci, kdy křivka skutečného kurzu akcie protne křivku klouzavého průměru shora dolů. Jako doplňující indikátor se přitom obvykle používá objem obchodů, kdy se sleduje, jestli růst hodnot akciových kurzů je doprovázen růstem objemů či nikoliv. Při použití klouzavých průměrů může nastat situace, kdy použitím klouzavých průměrů podobných délek časové periody dostáváme rozdílné výsledky. V takovém případě je na investorovi, jak danou situaci vyřeší.

V případě metody kombinace (protnutí) dvou klouzavých průměrů metoda hledání nákupních a prodejních signálů spočívá v porovnání dlouhodobého a krátkodobého klouzavého průměru. Nákupní signál je pak generován v okamžiku, kdy křivka krátkodobého průměru protne směrem zdola vzhůru dlouhodobý klouzavý průměr. V případě prodejního signálu platí, že tento nastane v situaci, kdy krátkodobý klouzavý průměr protne dlouhodobý klouzavý průměr zhora dolů. Podstatou této metody je fakt, že dlouhodobý klouzavý průměr sleduje hlavní trend, zatímco krátkodobý průměr sleduje vedlejší trendy a současně odfiltrává falešné signály, které by byly vytvořeny, kdyby místo protnutí s dlouhodobým průměrem bylo použito protnutí s aktuálním kurzem.

Indikátory tvořené z klouzavých průměrů dávají při nevhodně zvolené délce periody velké množství signálů, kdy většina z těchto signálů může být falešných. Falešné signály s vysokou pravděpodobností znamenají pro investora ztrátový obchod. Obecně platí pravidlo říkající, že čím je použitý kratší klouzavý průměr, tím více nákupních nebo prodejních signálů je generováno a většinou je dosahováno většího množství falešných signálů. Opačně, použitím delšího klouzavého průměru dochází ke generování menšího množství nákupních a prodejních signálů a většinou dochází k menšímu podílu falešných signálů. Nastavení správné délky klouzavého průměru je tak určitým kompromisem mezi dlouhým a krátkým klouzavým průměrem, kdy konkrétní hodnota délky periody závisí na charakteristice dané časové řady.

1.1.2 Oscilátory

Oscilátory jsou skupinou technických indikátorů, které měří změnu kurzu za zvolené časové období. Tyto indikátory se používají většinou k analýze postranního typu trhu, což může být přechodný trend mezi dvěma významnými trendy, ať již mezi vzestupným a sestupným trendem, nebo také mezi dvěma stejnými trendy, kdy trh určitou dobu stagnuje („přešlapuje na místě“). Nevýhodou tohoto indikátoru je fakt, že na probíhajícím sestupném nebo vzestupném trendu dávají obvykle předčasné či falešné signály. Obdobně jako u klouzavých signálů platí, že čím kratší je zvolená délka sledovaného časového období, tím rychlejší a častější signály dávají.

Oscilátorů je značné množství, avšak zatím neexistuje zcela jednotná klasifikace. Lze jej proto členit například tímto způsobem.

- Oscilátory s nestandardizovaným pásmem oscilace (např. indikátor Momentum),
- oscilátory se standardizovaným pásmem oscilace (např. indikátor RSI),
- oscilátory postavené na klouzavých průměrech (např. indikátor MACD).

Momentum je jeden z nejjednodušších oscilátorů, který porovnává dnešní kurz akcie s jejím minulým kurzem, dosaženým před zvoleným počtem obchodních dnů. Tím pomáhá analyzovat jak cenovou úroveň, tak zejména intenzitu oscilace kurzu. Momentum může mít charakter relativního nebo absolutního ukazatele. V případě relativního ukazatele je definován jako poměr současného kurzu a kurzu zpožděného o n obchodních dnů, v případě absolutního ukazatele je definován jako rozdíl mezi současným kurzem a kurzem

před obchodními dny. Doporučené hodnoty parametru n jsou mezi 10 a 12, přičemž hodnota relativního ukazatele osciluje kolem nuly a relativní momentum osciluje kolem hodnoty 100. Nákupní signál nastává v případě protnutí linie 0 nebo 100 směrem od zdola nahoru a prodejní signál v případě protnutí hranice 100 nebo 0 směrem z hora dolů. Nevýhodou tohoto indikátoru je fakt, že i tento dokáže generovat falešné či předčasné signály. V programu MetaStock můžeme snadno hledat optimální nastavení časové periody (zpoždění).

1.1.2.1 Indikátor MACD

Tento indikátor je obecně považován za jeden z nejspolehlivějších. Je tvořen odečtením hodnoty jednoho pohyblivého exp. klouzavého průměru od druhého, v podstatě se vypočítá odečtením hodnoty dlouhodobého exponenciálního klouzavého průměru (většinou 25 nebo 26 denního) od krátkodobého exponenciálního průměru (obvykle 12 denního). Indikátor MACD osciluje kolem hodnoty nula podle změn akciového trendu, přičemž nulová linie představuje dlouhodobý klouzavý průměr. Rostoucí trend je zobrazen hodnotami indikátoru nad nulou, klesající trend hodnotami pod nulou. Do grafu oscilátoru je také zakreslena tzv. Trigger linie (spouštěcí linie), která slouží ke generování obchodních signálů. Spouštěcí linie je ve své podstatě 9 denní exp. klouzavý průměr vytvořený z indikátoru MACD. V programu MetaStock, při optimalizaci parametru tohoto indikátoru, hledáme optimální velikost časové periody spouštěcí linie, tedy vyhlazovací konstantu exp. klouzavého průměru z indikátoru MACD.

$$MACD_t = E_t(n_1) - E_t(n_2), \quad n_1 = 12 \text{ dní}, \quad n_2 = 26 \text{ dní}, \quad (1.6)$$

$$TRIGGER.LINE_t = E_t(MACD, 9), \quad (1.7)$$

kde $MACD_t$ je hodnota indikátoru MACD v čase t , $E_t(n_1)$ je hodnota 12-denního exp. klouzavého průměru, $E_t(n_2)$ je hodnota 26-denního exp. klouzavého průměru, $TRIGGER.LINE_t$ je hodnota spouštěcí linie v čase t , $E_t(MACD, 9)$ je hodnota exp. klouzavého průměru v čase t počítaného z indikátoru MACD s časovou periodou 9 dní.

Pro přepočet časové periody na vyrovnávací konstantu λ slouží vztah (1.4). Nákupní signál je generován v okamžiku, kdy křivka indikátoru MACD vzroste nad svoji spouštěcí

linii, prodejní signál pak v situaci opačné. Signály k nákupu nebo prodeji jsou tím silnější, čím je průsečík spouštěcí linie a křivky MACD více vzdálen od nulové čáry. Protnutí nulové linie se považuje za potvrzení trendu.

Z pohledu spolehlivosti se tento indikátor neliší od jiných uvedených indikátorů, protože poskytuje poměrně velké množství falešných signálů. Mezi další nevýhody tohoto indikátoru, na které je třeba myslet, patří fakt, že nedokáže vystihnout všechny hlavní změny trendu, což by mohlo vést k velkým finančním ztrátám.

1.1.2.2 Index RSI (index relativní síly)

Tento indikátor byl zkonstruován tak, aby odstranil nedostatky indikátorů typu oscilátorů. Tento indikátor je používán společně s pojmy **přeprodaný** nebo **překoupený** trh. Přeprodaný trh, je situace, kdy na trhu převyšuje nabídka aktiv nad poptávkou, která tlačí cenu aktiv dolů. V situaci přeprodaného trhu je výhodné spekulovat na vzestup kurů. Na překoupeném trhu nastává situace opačná, kdy poptávka převyšuje nabídku, ceny jsou vysoké přebytkem poptávky. V této situaci je pro investora výhodné spekulovat na pokles. Mezi hlavní problémy a nedostatky patří to, že hodnoty ostatních oscilátorů jsou mnohdy chybně ovlivňovány vývojem minulých dat, která jsou součástí jejich výpočtu. Dalším problémem oscilátoru je stanovení vhodné horní a dolní hranice, jejichž překročení je signálem k nákupu či prodeji a také fakt, že oscilátory obecně vyžadují pro svůj výpočet dlouhé a „husté“ časové řady. Původně byl tento indikátor konstruován výlučně pro postranní trh, nyní je používán pro identifikaci trendů a signálů ke vstupu a výstupu z pozic. Tento indikátor patří mezi pomaleji reagující indikátory a je méně citlivý na drobné výkyvy trhu. Název tohoto indikátoru je poněkud zavádějící, protože neporovnává relativní sílu dvou cenných papírů (jak vyplývá z názvu), ale spíše vnitřní sílu akcií. Tento index je relativně jednoduchý z hlediska výpočtu ovšem náročnější z pohledu interpretace. Výhoda RSI je dána tím, že eliminuje velké výkyvy hodnot indikátoru tím, že nebere minulé data (které mohou být značně rozkolísané) jako například indikátor Momentum, ale vytváří z těchto minulých dat klouzavé průměry, které jsou méně rozkolísané. Výpočet indikátoru RSI se provádí podle následujícího výrazu.

$$RSI_t(n) = 100 - \frac{100}{1 + \frac{U(n)}{D(n)}}, \quad (1.8)$$

kde $RSI_t(n)$ je hodnota indikátoru RSI v čase t s délkou periody n , $U(n)$ je součet kladných cenových změn za období délky n , $D(n)$ = součet záporných cenových změn za období délky n .

Autorem tohoto indikátoru je uznávaný investor J. Wales Wilder, který jej poprvé zveřejnil v roce 1978. Od té doby se stal tento indikátor jedním z neoblíbenějších vůbec a to i na trhu deviz, derivátů a komodit. Autorem samotným je doporučován počet dní (optimální parametr) 14 dní, ale oblíbené jsou například 9 nebo 25 denní RSI. Výhoda programu MetaStock spočívá v možnosti nalezení optimálního parametru a nejsme tak odkázáni pouze na doporučované hodnoty. Pro získání nákupního nebo prodejního signálu je třeba výslednou hodnotu indikátoru porovnávat s dvěma hodnotami. Tyto hodnoty jsou autorem doporučovány ve výši 30 a 70. Hodnota 30 znamená dolní hranici označující přeprodaný trh, tedy situaci, kdy na akciovém trhu panuje pesimismus a převažuje nabídka akcií, která stlačuje cenu až k hodnotě hranice podpory. V situaci přiblížení hodnoty indikátoru k hodnotě 30 lze očekávat změnu trendu směrem k růstovému trendu.

Hodnota 70 označuje horní hranici, což indikuje překoupený trh, tedy situaci, kdy vysoká poptávka po akciích vyžene cenu akcií nahoru. V této situaci se dá očekávat změna trendu směrem ke klesajícímu trendu. Tyto hodnoty jsou pouze doporučené a vycházejí ze sledování a analyzování minulých dat, především na trzích v USA. Výhoda programu MetaStock spočívá v tom, že v rámci optimalizačních testů můžeme zjišťovat nejen optimální hodnotu délky klouzavého průměru, ale také optimální hodnoty dolní a horní hranice indikátoru RSI, které generují nejvyšší výnos.

K nákupnímu signálu dochází, pokud indikátor RSI dosáhne hodnoty menší než je hodnota dolní hranice. Aby bylo zabráněno výskytu vysokých hodnot falešných signálů, je vhodné čekat na potvrzení vývoje kurzu a teprve poté přistoupit k nákupu či prodeji. Proto v literatuře obecně bývá více doporučení pro provádění potvrzení vývoj. Jedním ze způsobů je řídit se protnutím křivky indikátoru RSI s dolní hranicí, kdy indikátor RSI protne tuto hranici zdola nahoru, nikoliv tedy ve fázi, kdy křivka indikátoru RSI protne tuto hranici shora dolů. Dalším způsobem jak eliminovat falešné signály, je sledování

křivky vývoje indikátoru RSI a vstoupení do pozice až v situaci, kdy se po protnutí hodnoty dolní hranice pohybuje hodnota indikátoru RSI v rostoucím trendu.

K prodejnímu signálu dochází v situaci, kdy křivka indikátoru RSI protne horní hranici 70, označující hranici překoupení.

Indikátor RSI lze interpretovat několika způsoby. Nejprve interpretujeme extrémní hodnoty indikátoru RSI. Indikátor se pohybuje mezi hodnotami 0 až 100, kdy dosažením těchto hladin však není okamžitým signálem k nákupu, resp. k prodeji, ale pouze upozorňuje na blížící se změnu trendu trhu. Standardně se hodnoty vyšší než 70 považují za charakteristiku překoupeného trhu a hodnoty nižší než 30 se považují za charakteristiku přeprodaného trhu. Interpretace pomocí grafických formací, kdy indikátor velmi často vytváří formace identifikované a používané v grafické analýze (formace typu hlava, ramena, trojúhelník, vlajky apod.). Tyto formace, tvořené hodnotami indikátoru, však nemusí být vždy dobře čitelné ve vývoji kurzu akcie, která tvoří podklad pro výpočet indikátoru. Může taktéž nastat situace, kdy formace tvořené indikátorem se odlišuje od formací tvořené kurzem akci.

Dále můžeme interpretovat stanovení hladiny odporu a podpory, indikátor RSI mnohdy ukazuje tyto hladiny lépe než samotný kurz akcie. Pro interpretaci klesajících a rostoucích vln křivky RSI platí, že signály k nákupu či prodeji nastávají v okamžiku, kdy indikátor RSI překročí předchozí dosažené maximum, nebo naopak poklesne od poslední zaznamenané minimum. V určitých situacích bývá doporučeno považovat za nákupní nebo prodejní signál dosažení hodnoty indikátoru hodnoty 50.

Mezi základní vlastnosti indikátoru RSI patří to, že použitím nižších hodnot délek časové periody n dochází, vlivem vyšší volatility indikátoru RSI, ke generování více signálů. Další vlastností je, že vysoké hodnoty indikátoru znamenají, že kladné cenové změny silně převládají nad zápornými cenovými změnami. Naopak samozřejmě nízké hodnoty indikátoru znamenají, že převažují záporné změny cen. Hodnota indikátoru RSI v okolí hodnoty 50 znamenají, že cenové změny (růst a pokles cen) jsou relativně pravidelné.

1.1.3 Stop signály

Stop signály jsou používány k uzavření LONG nebo SHORT pozic v situacích, kdy zisk nebo ztráta v dané pozici dosáhne určité přednastavené hodnoty. Užíváním Stop signálů, se správně nastavenými hodnotami maximálního zisku či ztráty, vede k ochraně před nadměrnými riziky a může být dosaženo lepších výsledků obchodování, než bez těchto signálů. Uživatel si tak může stanovit svou přijatelnou míru rizika a opustit otevřenou pozici v případě, že situace na trhu překračuje jím akceptované hranice. Jsou-li dosaženy podmínky, nastavené ve Stop příkazu, dochází k aktivování Stop signálu a k uzavření otevřených pozic bez ohledu na stav výsledku signálů samotného indikátoru. Použití Stop příkazů je doporučováno především pro drobné investory a nedodržováním těchto signálů nejčastěji vede k nadměrným ztrátám běžných „malých“ investorů. Za nedodržováním Stop signálů u drobných investorů je především psychologická stránka obchodování, kdy pro běžného investora je psychologicky velmi náročné přiznat svou chybu špatného odhadu situace a ukončit pozici s relativně drobnými ztrátami. Program MetaStock umožňuje u každého indikátoru aktivovat až 5 rozdílných Stop signálů. Existují dva základní druhy Stop signálů. Signály k ochraně proti ztrátám (Breakeven, Maximum Loss) a signály na ochranu zisku (Profit Target, Trailing stop). Velmi často používaná metoda je kombinace Stop příkazů pro ochranu ztráty a současně pro ochranu zisku. V této práci je použit Maximum Loss stop signál, kdy dochází k uzavření pozic v případě, kdy ztráta z aktuální pozice překročí přednastavenou hodnotu (procentně nebo hodnotově vyjádřenou). V této práci je hodnota Maximum Loss nastavena na 10%, tedy pokud dojde ke snížení hodnoty otevřené pozice na 90% původní hodnoty, dochází automaticky k uzavření pozic. Hodnota 10% je kompromisem mezi ochranou před nadměrnými ztrátami a současně zabraňuje uzavírání pozic v případě sebemenšího běžného výkyvu trhu.

1.2 Omezení a specifika použití technické analýzy

Technická analýza je metoda, která, kromě svých zastánců, má i mnoho odpůrců a je nutné uvést i nedostatky spojené s použitím této analýzy. Odpůrci často poukazují na omezení a nevěrohodnost technické analýzy. Osobně považuji část kritiky odpůrců za opodstatněnou a považuji za nezbytné na tyto argumenty přihlížet při používání technické analýzy. Proto budou tyto argumenty v této práci zmíněny stručně zmíněny.

Odpůrci technické analýzy často vyvracejí správnost základního předpokladu grafických formací, který je postaven na faktu, že historie cenových změn se stále opakuje. Nevýhodou tohoto předpokladu je fakt, že zatím toto tvrzení nebylo podloženo empirickými důkazy. Navíc, přestože se zdá, že některé cenové rámce se vyskytují v cenách akcií poměrně často, nikdy nejsou zcela identické a jejich identifikace je proto vždy velmi subjektivní. Odpůrci dále pochybují, že existují exaktní důvody pro opakování historických formací kurzové průběhu v budoucnosti. Další omezení plyne z tvrzení, že vyspělé akciové trhy se chovají poměrně efektivně, což vylučuje trendové chování akciových kurzů, na němž je technická analýza založena.

Často také bývá napadán předpoklad toho, že v ceně jsou zahrnuty veškeré na trhu dostupné informace. Hlavním argumentem je skutečnost, že na současné akciové trhy přichází každým okamžikem takové množství informací, které většina investor není schopen správně vyhodnotit. Dalším argumentem proti technické analýze je fakt, že u technických indikátorů neexistují jednoznačné výklady těchto indikátorů. Největším argumentem odpůrců technické analýzy je fakt, že zatím provedené empirické studie nepotvrdily, že by používání technické analýzy umožňovalo dosahovat dlouhodoběji vysoce nadprůměrných výsledků.

Přes tyto kritické, a do jisté míry oprávněné připomínky i obecnou kritiku technické analýzy, je nutno konstatovat, že do technické analýzy patří řada nástrojů, které lze úspěšně při obchodování na kapitálovém trhu používat.

Hlavním smyslem technické analýzy není totiž až tak hledání vhodné investice, jako spíše vhodného okamžiku pro nákup či prodej příslušného cenného papíru. Pro účely zjištění vhodného akciového titulu pro investici by měla sloužit fundamentální analýza, která pro tyto úkoly obsahuje vhodnější nástroje. Technická analýza je schopna do určité míry tento problém taktéž řešit, ale obecně se má za to, že je vhodnější ji používat jako metodu podpůrnou společně s jinými analytickými metodami, zejména s metodou fundamentální a psychologické analýzy.

Tedy smyslem fundamentální analýzy je především úloha vyhledat pro investici vhodné akciové tituly a úkolem technické a psychologické analýzy je určit přesný (přibližný) okamžik pro vstup do investice.

1.3 MetaStock

Program MetaStock firmy EQUIS International USA patří mezi jeden z nejpoužívanějších programů pro technickou analýzu vůbec. Pomocí tohoto programu můžeme provádět grafickou analýzu, stejně jako analýzu založenou na technických indikátorech. Při grafické analýze můžeme použít rozsáhlou databázi grafických formací, typů grafů i nástrojů. Při analýze technických indikátorů můžeme analyzovat výkonnosti jednotlivých akcií, obligací, deviz, indexů, derivátů a komodit, stejně jako portfolio z uvedených aktiv. V programu MetaStock je zabudována velká řada nástrojů, které umožňují sbírat data, aktualizovat a ukládat je, testovat, analyzovat, data stejně jako ukládat a analyzovat dosažené výsledky. Jedním z integrovaných nástrojů je nástroj pro převod formátů souborů a vstupních dat „The Downloader“, který umožňuje převádět různé datové typy souborů do MetaStocku (například formát „Excel“ nebo „Diff“ do formátu MetaStock a opačně). Další možností získání vstupních dat je přístup do databáze „Real-time data on demand“ prostřednictvím aplikace Reuters, čímž lze používat tento program (resp. od verze 10 výše) pro real-time obchodování. Služba Reuters je ve většině případů placená. Dále obsahuje nástroj „Option Scope“ pro analyzování Opcí, nástroj „System Tester“ pro analyzování výkonnosti obchodních strategií založených na jednom, případně více indikátorech, testování výkonnosti portfolií a další. Pro tuto práci je stěžejní program „System Tester“, který je použit pro testování výnosnosti simulovaných scénářů na skupině použitých indikátorů. Je možné využít desítek předdefinovaných indikátorů stejně jako vytvořit a použít indikátory vlastní. V této práci je použita verze 9.1, tedy verze „End of Day“, která umožňuje vyhodnocovat závěrečné ceny. Program MetaStock dále obsahuje nástroj „Makro“, pomocí kterého je možné automatizovat opakující se úkony. Struktura programu MetaStock vyhoví nárokům začátečníků stejně jako profesionálním obchodníkům a je tedy i díky použitým nástrojům široce použitelný. V příloze č. 1 je popsán postup odstraňování některých chyb programu MetaStock.

2 Popis metodologie simulace Monte Carlo

Simulační metody byly vytvořeny a slouží jako alternativní metody k řešení úkolů, jejichž výsledek je závislý například na pravděpodobnosti výskytu určitého jevu, nebo řešení analytickým způsobem není vhodné nebo není vůbec možné. Simulaci lze tedy definovat jako metodu studia složitých pravděpodobnostních dynamických systémů pomocí experimentování s počítačovým modelem. Metody simulace lze použít na rozmanité druhy úloh a s použitím simulace se můžeme setkat v různých vědních oborech, například fyzika, medicína, chemie, ekonomie a další vědní obory. Tyto simulační metody bývají často nazývány metody simulace Monte Carlo. Tato metoda propojuje poznatky z pravděpodobnosti, statistiky, teorie systémů a programování. Výsledky simulace nejsou vypočteny exaktním analytickým způsobem, ale napodobením fungování reálného systému v počítačovém prostředí. Historie těchto simulací sahá do 50-tých let dvacátého století, kdy byla poprvé vědeckým způsobem tato metoda použita v průběhu druhé světové války s cílem zvrátit vývoj a ukončit tuto válku. Zakladateli této metody jsou vědečtí pracovníci z USA John von Neumann a Stanislaw Ulam, kteří metodu simulace poprvé použili v rámci projektu Manhattanské atomové bomby, kdy bylo třeba řešit otázku difuze neutronů při průchodu hmotou. Protože první simulace, bez použití počítačového prostředí, probíhaly na principu generování náhodných čísel metodou hrací rulety, dostaly tyto metody pojmenování po ruletě v Monte Carlu. Později došlo k rozšíření této metody i do jiných vědních oborů a masivní rozvoj této metody byl spojen až s rozvojem výpočetní techniky. Úplně první použití metod simulace můžeme datovat mnohem dále do minulosti, ovšem šlo o do jisté míry nevědomé použití metod simulace, kdy za simulaci považujeme například i hody kostkou, hody šipkami, losování čísel v souvislosti s výhrami apod.

Metodu Monte Carlo lze tedy definovat jako numerické řešení rozličných úloh pomocí mnohokrát opakovaných náhodných pokusů a lze ji rozdělit na dva základní rysy. Prvním rysem je modelování náhodných čísel vstupujících do modelů a druhým rysem je numerické modelování reálných procesů. Dalším charakterem této simulace je nutnost velkého množství opakování náhodných pokusů, kdy s rostoucím množstvím náhodných pokusů dochází k růstu přesnosti vypočtených a reálných výsledků. Pro relativní přesnost výsledků tak tato metoda vyžaduje velké množství náhodných pokusů, které běžně dosahuje řádu deseti tisíců náhodných pokusů. Velmi nepřesně a laicky, ale velmi výstižně,

lze popsat tuto metodu tak, že pro danou úlohu vezmeme historická data, tyto data „promícháme“ a následně z nich náhodně losujeme a vylosované hodnoty tvoří vstup do numerických modelů v simulaci. Losováním z historických dat tak dostaneme naprosto stejná data, ale změnou pořadí vstupních dat jsme vnesli do modelů element náhodného jevu. Výsledkem simulace bývá většinou interval možných řešení, hodnot či výsledků a celkový výsledek řešení pak můžeme získat více způsoby. Nejčastější způsobem je vypočtení střední hodnotu výsledných hodnot, případně můžeme zkoumat rozdělení pravděpodobnosti hodnot dosažených výsledků apod.

2.1 Simulace náhodného vývoje finančních aktiv

Pro finanční aktiva jsou charakteristické náhodné vývoje v čase. Tento náhodný vývoj v čase je označován jako stochastický proces. Tento proces lze popsat diskrétně s aplikacemi například při simulacích, nebo spojitě s využitím při analytickém řešení. V souvislosti s náhodnými procesy je nezbytná znalost klíčových pojmů a principů. Mezi klíčové pojmy patří především *Itôův proces* tvořící, společně se specifickým Wienerovým procesem, základ všech náhodných procesů. Z těchto základů jsou následně odvozeny další procesy typu Brownova geometrického procesu, Mean-reversion procesů, procesů typu Jump Diffusion apod.

Itôův proces, který je charakterizován pro obecnou proměnnou x , vypadá následně.

$$dx = a(x;t) \cdot dt + b(x;t) \cdot dz, \quad (2.1)$$

kde dx je změna hodnoty x , $a(\cdot)$ je přírůstek, x znamená proměnnou, t vyjadřuje čas, dt je přírůstek času, $b(\cdot)$ je směrodatná odchylka změny proměnné, dz je Wienerův proces (označován také jako Wienerův přírůstek).

Wienerův proces, někdy bývá označen jako specifický Wienerův proces nebo Wienerův přírůstek, je základem všech ostatních procesů a byl poprvé použit ve fyzice k popisu náhodného a neuspořádaného pohybu částice. Tato částice podléhá na mikro i makro úrovni mnoha vlivům, což má vliv na její neuspořádaný náhodný pohyb. Tento proces vychází ze dvou základních předpokladů. Prvním předpokladem je, že proces sleduje Markovův proces, tedy predikované ceny jsou ovlivněny pouze aktuálními cenami bez

jakéhokoliv ovlivnění cenami historickými. Druhým předpokladem je, že současně změny cen jsou v čase nezávislé. Nezávislost změn ceny bývá předmětem zkoumání a testování tohoto předpokladu, testování však nebude předmětem této práce. Zkoumáme proměnou veličinu z , která se vyvíjí podle Wienerova procesu, která v diskrétních (nespojitéch) časových intervalech podléhá změnám hodnoty. V krátkém časovém intervalu o délce dt je definována dz jako změna hodnoty v čase dt . Wienerův proces pro změnu ceny v čase za jeden interval je vyjádřen následovně.

$$z_t - z_0 \equiv dz = z \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.2)$$

kde z je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení pravděpodobnosti $N(0;1)$ se střední hodnotou $E(dz) = 0$, rozptylem $\text{var}(dz) = t$ a směrodatnou odchylkou $\sigma(dz) = \sqrt{t}$. dz bývá také často označováno jako Wienerův přírůstek (Wiener increment). V případě vývoje ceny v čase za několik intervalů pak vzorec je nutné upravit následovně,

$$z_T - z_0 = \sum_{i=1}^n z_i \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.3)$$

z čehož lze odvodit, že střední hodnota $E(z_T) = 0$, rozptyl $\text{var}(z_T) = n \cdot dt = T$ a směrodatná odchylka $\sigma(z_T) = \sqrt{T}$.

Brownův aritmetický proces, který je zvláštním případem Wienerova procesu a bývá často označován jako obecný Wienerův proces, odstraňuje negativní vlastnost Wienerova procesu, kterou je nulová střední hodnota výnosu. Z nulové střední hodnoty lze odvodit, že i budoucí očekávaná hodnoty bude vždy rovna současné hodnotě, což neodpovídá chování současných trhů. Proto byl tento proces rozšířen o proměnnou x a je vyjádřen,

$$dx = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.4)$$

kde α = průměrný výnos, σ = směrodatná odchylka.

Tento proces je charakteristický očekávanou mírou růstu hodnoty x o hodnotu α za jednotku času. Druhý výraz $\sigma \cdot dz$ lze považovat za variabilitu proměnné x a lze snadno rozepsáním Wienerova procesu dostat vyjádření,

$$dx = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot z \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.5)$$

kde z je náhodná proměnná generovaná z normovaného normálního rozdělení pravděpodobnosti $N(0;1)$.

2.1.1 Brownův geometrický proces

Úpravou Brownova aritmetického procesu dostaneme Brownův geometrický proces, kdy cena se vyvíjí s exponenciálním trendem. Tento náhodný proces má velké uplatnění ve finančním modelování. Vyjádřen je takto,

$$dx = \alpha \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot dz. \quad (2.6)$$

Jednoduchou úpravou, vydělením obou stran rovnice hodnotou x , dostáváme následující vzorec,

$$\frac{dx}{x} = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.7)$$

kde dx je přírůstek hodnoty x . Z tohoto výrazu lze snadno stanovit střední hodnotu $E(dx) = \alpha \cdot dt$, rozptyl $\text{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt$ a směrodatnou odchylku $\sigma(dx) = \sqrt{\text{var}(dx)} = \sigma \cdot \sqrt{dt}$. Z předchozích vzorců odvodíme vzorec pro simulaci hodnoty x a tento vzorec bude použit pro simulaci hodnot rostoucího trhu.

$$x_t = x_{t-1} \cdot \exp(\alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz) = x_{t-1} \cdot \exp(\alpha \cdot dt + \sigma \cdot z \cdot \sqrt{dt}), \quad (2.8)$$

kde x_t je hodnota x v čase t , x_{t-1} je hodnota x v čase $t-1$. Z uvedeného výrazu lze odvodit střední hodnotu $E(x_T) = x_0 \cdot \exp(\alpha \cdot dt \cdot n) = x_0 \cdot \exp(\alpha \cdot T)$, rozptyl ceny akcie

$$\text{var}(x_T) = x_0^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot dt \cdot n) \cdot [\exp(\sigma^2 \cdot dt \cdot n) - 1] \quad \text{a} \quad \text{směrodatnou} \quad \text{odchylku}$$

$$\sigma(x_T) = \sqrt{\text{var}(x_T)}.$$

V případě použití náhodných čísel z procesu inverzní transformace použijeme následující rovnice,

$$x_t = x_{t-1} \cdot \exp(\alpha \cdot dt + \varepsilon \cdot \sqrt{dt}). \quad (2.9)$$

Střední hodnota ceny akcie,

$$E(x_T) = x_0 \cdot \exp(\alpha \cdot dt \cdot n) = x_0 \cdot \exp(\alpha \cdot T). \quad (2.10)$$

Rozptyl ceny akcie,

$$\text{var}(x_T) = x_0^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot dt \cdot n) \cdot [\exp(\sigma^2 \cdot dt \cdot n) - 1], \quad (2.11)$$

kde x_t je simulované hodnota uzavírací ceny akcie v čase t , x_{t-1} je simulovaná hodnota uzavírací ceny akcie v čase $t-1$, ε je náhodná proměnná generovaná procesem inverzní transformace, x_0 je skutečná počáteční cena akcie.

2.1.2 Náhodné procesy typu Mean-reversion

Výše popsané procesy mají specifický charakter spočívající v lineárním nebo geometrickém růstu ceny aktiva. Tyto procesy však nelze aplikovat na určitou skupinu finančních aktiv, které jsou charakteristické svými tendencemi k návratu na určitou dlouhodobě rovnovážnou hodnotu (úroveň). Tento návrat k dlouhodobé rovnovážné hodnotě je mnohdy pozorovatelný až z delší časové řady, případně s určitým časovým odstupem. Proces návratu cen (hodnot) k určité úrovni, nebo ceně, se nazývá mean-reversion proces a typickým příkladem tohoto procesu je například chování vývoje úrokových sazeb, nebo chování akciových trhů při postranním trendu. Při tomto procesu lze pozorovat, že pokud se ceny aktiva pohybují nad hodnotou dlouhodobé rovnováhy, tak jev mean-reversion způsobí, že ceny aktiv budou mít snahu se vrátit, nebo alespoň přiblížit, s rostoucím časem ke své dlouhodobé rovnovážné ceně. Stejně tak, budou-li ceny aktiv

nižší než odpovídá rovnovážné ceně, budou mít vlivem mean-reversion procesu tyto ceny tendenci přibližovat se své dlouhodobé rovnovážné ceně. V těchto procesech lze pozorovat parametr pro dlouhodobou rovnováhu a parametr pro rychlost přibližování cen k dlouhodobé rovnováze. Dále uvedeme nejznámější mean-reversion procesy.

Vašíčkův model respektuje empiricky zjištěnou vlastnost návratu k dlouhodobé rovnováze. Nejčastěji se používá pro simulaci vývoje úrokových sazeb. Nevýhodou je, že může dosahovat záporných hodnot, což není vždy reálné a přijatelné pro úrokové míry.

$$dx = a \cdot (b - r) \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.12)$$

kde dx je změna hodnoty x , a je parametr rychlosti přibližování k dlouhodobé rovnováze, b je hodnota dlouhodobé rovnováhy. Odhad parametrů Vašíčkova modelu bude proveden pomocí regresní metody nejmenších čtverců (dále jen MNČ). Rovnice pro simulaci vypadá takto,

$$x_t = x_{t-1} + a \cdot (b - x_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot z \cdot \sqrt{dt}. \quad (2.13)$$

Při použití náhodných čísel z inverzní transformace pak rovnice pro simulaci vypadá takto,

$$x_t = x_{t-1} + a \cdot (b - x_{t-1}) \cdot dt + \varepsilon \cdot \sqrt{dt}. \quad (2.14)$$

Regresní MNČ spočívá v převedení původního mean-reversion modelu na lineární tvar, odhadneme parametry a pak se zpět dopočtou výchozí parametry. Výhodiskem této metody je, že obecně se stanovený náhodný odhad modelu (y) dá vždy rozdělit na dvě složky, složku trend \hat{y} a reziduální odchylku ω , tedy $y = \hat{y} + \omega$. Odhadovaný diskretní Vašíčkův mean-reversion model vypadá takto.

$$dx = d\hat{x} + \omega = \hat{a} \cdot (\hat{b} - x_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot z \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.15)$$

kde \hat{a} , \hat{b} jsou odhadované parametry. Transformace Vašíčkova modelu na lineární tvar vypadá následovně.

$$dx = \alpha + \beta \cdot x_{t-1} + \varepsilon \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.16)$$

$$\text{kde } \alpha = a \cdot b \cdot dt, \quad (2.17)$$

$$\beta = a \cdot dt. \quad (2.18)$$

Dopočet výchozích požadovaných parametrů Vašíčkova modelu následně probíhá podle vzorců,

$$a = \frac{-\beta}{dt}, \quad (2.19)$$

$$b = \frac{\alpha/\hat{a}}{dt}. \quad (2.20)$$

Mezi další mean-reversion procesy můžeme zařadit modely Cox-Ingersoll-Ross (CIR), který je podobný jako Vašíčkův model a zabráňuje možnému výskytu záporných hodnot x , Ho-Leeův model spojitý model, Hull-Whiteův (HW) model, který je modifikací Ho-Leeova modelu s přidáním dlouhodobé úrokové sazby a Black-Derman-Toy model. Obecně mean-reversion procesy můžeme rozdělit na aritmetický a geometrický mean-reversion proces.

Aritmetický mean-reversion proces (dále jen AMR) bude použit pro simulování scénářů pro postranní trh reprezentovaný indexem PX. Typickým představitelem tohoto procesu je Vašíčkův model popsáný výše. Vašíčkův model je méně přesným procesem aritmetického Ornstein-Uhlenbeck procesu, který vyjádřený pomocí stochastické diferenciální rovnice (dále jen SDE) následovně.

$$dx = \eta \cdot (\bar{x} - x) \times dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.21)$$

kde η odpovídá výrazu a ve Vašíčkově modelu. Integrováním SDE dostáváme vzorec,

$$x(T) = x(0) \cdot \exp(-\eta \cdot T) + (1 - \exp(-\eta \cdot T)) \cdot \bar{x} + \sigma \cdot \exp(-\eta \times T) \cdot \int_0^T \exp(\eta \times t) \cdot dz(t), \quad (2.22)$$

kde proměnná $x(T)$ má normální rozložení pravděpodobnosti a následující střední hodnotu,

$$E[x(T)] = x(0) \cdot \exp(-\eta \cdot T) + (1 - \exp(-\eta \cdot T)) \cdot \bar{x}. \quad (2.23)$$

Střední hodnota je vlastně váženým průměrem mezi počáteční hodnotou $x(0)$ a dlouhodobou rovnovážnou úrovní. Rozptyl je vyjádřen následovně,

$$\text{Var}[x(T)] = (1 - \exp(-2 \cdot \eta \cdot T)) \cdot \frac{\sigma^2}{2 \cdot \eta} . \quad (2.24)$$

Hodnota rozptylu narůstá a konverguje k hodnotě $\frac{\sigma^2}{2 \cdot \eta}$.

Pro simulaci náhodného vývoje tohoto procesu použijeme následující rovnici.

$$x_t = x_{t-1} \cdot \exp(-\eta \times dt) + \bar{x} \cdot (1 - \exp(-\eta \times dt)) + \sigma \cdot \sqrt{\frac{1 - \exp(-2 \cdot \eta \cdot dt)}{2 \cdot \eta}} \cdot N(0;1) . \quad (2.25)$$

Geometrický mean-reversion proces. Geometrický mean-reversion proces bude použit pro simulování scénářů pro klesající trh reprezentovaný akcemi Orco. Tento proces (dále jen GMR) je velmi podobný procesu AMR, obsahuje však určité rozdíly. Tento model je známý jako Schwartzův model a používá (2.22). Pro odlišení AMR a GMR modelů bude v těchto rovnicích používán symbol P označující cenu (Price). SDE pro GMR proces vypadá následovně.

$$dP = \eta \cdot (\ln \bar{P} - \ln P) \cdot P \cdot dt + \sigma \cdot P \cdot dz , \quad (2.26)$$

úpravou dostáváme následující vzorec,

$$\frac{dP}{P} = \eta \cdot (\ln \bar{P} - \ln P) \cdot dt + \sigma \cdot dz . \quad (2.27)$$

Transformace GMR modelu na lineární tvar vypadá následovně.

$$\frac{dP}{P} = \alpha + \beta \cdot \ln(P_{t-1}) + \varepsilon \cdot \sqrt{dt} . \quad (2.28)$$

Výrazy α, β přepočteme na hodnoty a, b (2.19) resp. (2.20) stejně, jako v případě Vašíčkova modelu.

Pro simulaci použijeme následující vzorec. (2.29)

$$P_t = \exp \left\{ \left[\ln P_{t-1} \cdot (\exp(-\eta \cdot dt)) \right] + \left[\left(\ln \bar{P} - \frac{\sigma^2}{2 \cdot \eta} \right) \cdot (1 - \exp(-\eta \cdot dt)) \right] + \left[\sigma \cdot \sqrt{\frac{1 - \exp(-2 \cdot \eta \cdot dt)}{2 \cdot \eta}} \cdot N(0;1) \right] \right\}$$

V případě, že používáme inverzní transformace, upravíme předcházející vzorec takto,

$$P_t = \exp \left\{ \left[\ln P_{t-1} \cdot (\exp(-\eta \cdot dt)) \right] + \left[\left(\ln \bar{P} - \frac{\sigma^2}{2 \cdot \eta} \right) \cdot (1 - \exp(-\eta \cdot dt)) \right] + \varepsilon \cdot \sqrt{dt} \right\}, \quad (2.30)$$

se střední hodnotou, (2.31)

$$E(P_t) = \exp \left\{ \left[\ln P_{t-1} \cdot (\exp(-\eta \cdot dt)) \right] + \left[\left(\ln \bar{P} - \frac{\sigma^2}{2 \cdot \eta} \right) \cdot (1 - \exp(-\eta \cdot dt)) \right] + \left[\frac{\sigma^2}{4 \cdot \eta} \cdot (1 - \exp(-2 \cdot \eta \cdot dt)) \right] \right\}$$

2.1.3 Generování náhodných čísel

Pro simulační experimenty i pro simulaci Monte Carlo potřebujeme generovat náhodná čísla. Zde však narážíme na problém počítače jako exaktního a deterministicky fungujícího stroje a je tedy obtížné, nebo nemožné, vypočítat „náhodu“. Existuje však celá řada procedur a postupů generování náhodných čísel, která nám umožní tyto náhodné čísla vypočítat. Tyto postupy se liší náročností a přesností. V programu Microsoft Excel lze použít modul Generátor pseudonáhodných čísel, pomocí něhož lze generovat náhodné veličiny z vybraných rozdělení pravděpodobnosti. Protože jde v případě náhodných čísel o výpočet těchto čísel (vyplývající z podstaty počítače jako exaktního stroje), musíme tato čísla označit za čísla pseudonáhodná. Tento generátor však svou přesností nesplňuje zcela požadavky na profesionální kvalitu, přesto lze výsledky generátoru považovat za velmi dobré a věrohodné.

2.1.4 Proces inverzní transformace

Provádění simulace můžeme vyžadovat náhodná čísla z jiného, než přednastaveného rozdělení pravděpodobnosti. V tomto případě lze vygenerovat požadované rozdělení pravděpodobnosti z generovaných hodnot rovnoměrného rozdělení pomocí **procedury**

inverzní transformace. Pro proceduru inverzní transformace potřebujeme mít k dispozici náhodná čísla z rovnoměrného rozdělení pravděpodobnosti a také požadované specifické rozdělení pravděpodobnosti. Procesem inverzní transformace tak dostaneme náhodná čísla z požadovaného specifického rozdělení pravděpodobnosti. Tato metoda vychází z distribuční funkce požadovaného specifického rozdělení pravděpodobnosti, která je neklesající. Existuje tak jednoznačné přiřazení mezi náhodnými čísly rovnoměrného rozdělení z intervalu $[0;1]$ a distribuční funkcí. Obecně tedy $x = F^{-1}(r)$, kde $x \in [a;b]$ jsou náhodná čísla z distribuční funkce F , r jsou generovaná náhodná čísla z rovnoměrného rozdělení pravděpodobnosti. Je tomu tak proto, že $F(x) = G(r)$, tedy $x = F^{-1}[G(r)]$ a toho, že pro rovnoměrné rozdělení na intervalu $[0;1]$ platí $G(r) = r$.

V případě, že použijeme inverzní transformaci jako generátor náhodných čísel ze speciálního rozložení pravděpodobnosti, kdy podkladem pro výpočet inverzní transformace byla distribuční funkce logaritmických denních výnosů akcie, použijeme pro simulaci náhodného vývoje akcie následující vzorec.

$$x_t = x_{t-1} \cdot \exp(\alpha \cdot dt + \varepsilon \cdot \sqrt{dt}), \quad (2.32)$$

kde x_t je simulovaná cena akcie v čase t , x_{t-1} je simulovaná cena akcie v čase $t-1$, ε je náhodná proměnná generovaná procesem inverzní transformace.

3 Ověření a zhodnocení úspěšnosti technických indikátorů

Cílem této kapitoly je posouzení výkonnosti (účinnosti, úspěšnosti) zvolených indikátorů v závislosti na stavu trhu, s vyhodnocením výsledků dosažených indikátory podle zvolených kritérií. Zvolenými indikátory jsou dva trendové indikátory (indikátor EMA s optimalizací a indikátor MACrossover s optimalizací) a dva oscilátory (MACD s optimalizací a RSI s optimalizací). Rozlišujeme 3 fáze trhu, trh rostoucí, trh postranní a trh klesající. Na těchto trzích rozlišujeme povolené typy obchodů, kdy na rostoucím trhu jsou povoleny pouze LONG pozice, na postranním trhu jsou povoleny LONG pozice, následně jsou povoleny LONG i SHORT pozice a pro klesající trh jsou povoleny pouze SHORT pozice. Zvolenými kritérii je hodnota průměrného očekávaného výnosu pro určení optimálního parametru i pro určení výnosu indikátoru, dále hodnota výnosu 1. a 5. percentilu. Hodnoty výnosů mezi jednotlivými indikátory v rámci stejné fáze trhu budou srovnány mezi sebou navzájem, i s hodnotou výnosu alternativní investice.

Nejprve uvedeme charakteristiku a vstupní podmínky modelů, následně stanovíme vstupní data použité, dále určíme parametry pro simulaci a provedeme generování scénářů simulací Monte Carlo, charakterizujeme metodu výpočtu zvolených indikátorů v programu MetaStock. Následně aplikujeme zvolené indikátory podle fází trhu na simulované scénáře. Na konci každé kapitoly fáze trhu uvedeme shrnutí výsledků dosažených indikátory podle fází trhu.

Pro přehlednost budeme v této práci rozlišovat mezi reálnými daty a simulovanými (generovanými) daty. Reálné data odpovídají skutečným tržním cenám zvolených akcií a indexů. Jedná se o uzavírací (CLOSE) ceny akcií a indexů platné k okamžiku uzavření burzy. Tato data byla zkopírována ze zdroje ¹ do programu Microsoft Excel, zde byla upravena pro následné výpočty. Simulovanými (generovanými) daty rozumíme hodnoty a data, které byly generovány nebo vypočteny, podle příslušného vzorce či metody, a jejich základem jsou hodnoty (čísla) získané z generátoru pseudonáhodných čísel v programu Microsoft Excel.

¹ <http://www.akcie.cz/kurzy.php>

Cílem této práce je zodpovězení základní otázky běžného investora. „Jaké indikátory máme použít při jednotlivých fázích trhu? Jsou námi zvolené obchodní strategie profitabilní? Kdy máme vstoupit do pozice a jakou obchodní strategií se v dané fázi trhu řídit?“ Jde tedy o zodpovězení základních otázek většiny investorů.

Při tvorbě této práce vycházíme tedy ze situace běžného investora, a proto snahou všech modelů, nastavení i postupů v této práci, je pokud možno věrohodně napodobovat reálné tržní podmínky. Předpokládáme tedy investora s průměrnými znalostmi o trhu a obchodování s CP, který má uzavřenou smlouvu s obchodníkem s CP a zřízen účet u střediska CP. Tento investor hledá způsob, jakým zhodnotit své úspory ve výši 500 000 Kč, které se rozhodl zhodnotit na kapitálovém trhu investováním do akcií. Investor předpokládá u této finanční částky, že po plánovanou dobu minimálně 2 let nebude tuto částku potřebovat pro spotřebu a nepočítá tedy s předčasným nuceným opuštěním otevřených pozic z důvodu zrušení portfolia a použití této částky pro uspokojení svých potřeb. Investor se rozhodl při investicích do akcií řídit pouze výsledky technických indikátorů technické analýzy, veškeré výpočty technických indikátorů bude provádět v programu MetaStock.

3.1 Předpoklady, vstupy a zjednodušení modelů

Přes veškerou snahu napodobit v této práci reálné podmínky, je nutno přistoupit k určitým zjednodušením, která plynou jednak z přílišné složitosti reality a taktéž z omezené možnosti současného programového vybavení. Následují hlavní předpoklady a vstupy modelů.

- Počáteční vklad investora do portfolia činí 500 000 Kč, tyto peněžní prostředky slouží k investování a nebudou v daném období použity pro spotřebu.
- Investiční horizont činí 500 obchodních dní, což jsou přibližně 2 roky.
- Vstupy (výstupy) do (z) pozic LONG (SHORT) budou generovány zvolenými indikátory na základě simulovaných uzavíracích cen.
- Výsledky indikátorů jsou srovnávány s hodnotou výnosu alternativní investice. Alternativní investice spočívá v ponechání prostředků na účtu obchodníka s cennými papíry a inkasování kreditního úroku ve výši 2,5% p.a.. Za období investičního horizontu činí souhrnný výnos alternativní investice 5,06% (tento výnos je již po zdanění).

- Při obchodních transakcích jsou uplatňovány transakční náklady. Výše transakčních nákladů odpovídá reálným podmínkám na trhu a činí jednotně 0,5% z objemu obchodu pro každou transakci.
- Na rostoucí trh jsou povoleny pouze LONG pozice, na postranním trhu jsou povoleny pouze LONG pozice a v dalším kroku LONG i SHORT pozice a pro klesající trh jsou povoleny pouze SHORT pozice.
- Investor se při svém obchodování řídí pouze výsledky zvolených indikátorů.
- Všechny zvolené indikátory obsahují aktivovaný příkaz Maximum Loss ve výši 10%.

Dále musíme přijmout určité zjednodušující podmínky.

- Výsledky dosažené indikátory nejsou zdaněny výnosem z kapitálových výnosů a nedochází k inkasu dividend.
- Při výskytu obchodního signálu dochází k okamžitému vstupu (výstupu) do (z) určené pozice v plné míře. Nejsme tedy omezeni skutečnými vlastnostmi trhu. Nákupní nebo prodejní cena je určená aktuálními simulovanými cenami.
- V případě vstupu do LONG nebo SHORT pozice dochází k využití všech disponibilních prostředků na účtu. V případě uzavření LONG pozice provedeme prodej všech akcií, které jsou k aktuálnímu datu přítomny v portfoliu.

Musíme také uvést omezení a zjednodušení plynoucí z vlastností programu MetaStock. V této práci bylo upuštěno od daně z kapitálového výnosu. Důvodem je nemožnost zahrnutí časového testu, dle platné legislativy, do nastavení testovacího programu System Tester. Uvedené průměrné očekávané výnosy jsou tedy před zdaněním a mimo tuto práci musíme počítat s tím, že částku je třeba dodatečně zdanit. Pro orientační účely při převodu výsledků do praxe lze s vědomím velké nepřesnosti výsledný průměrný očekávaný výnos snížit o hodnotu daňové povinnosti, tvořící 15% z dosaženého výnosu. Další zjednodušení je u pozic typu SHORT, kde došlo k vypuštění debetního úroku z vypůjčeného kapitálu. Důvodem tohoto nastavení je fakt, že ani po několika pokusech (podložených návody k produktu MetaStock) o nastavení položky debetních úroků, nedošlo ke korektnímu vyhodnocení množství vypůjčeného kapitálu i debetního úroku u SHORT pozic. Proto byla nahrazena hodnotou 0%. Při převodu výsledků SHORT pozic mimo tuto práci do reality, je proto třeba vzít v úvahu tyto úroky (společně s poplatky), které bývají typicky řádově vyšší

než kreditní úroky. Na současném trhu se pohybují tyto debetní úroky na úrovni přibližně 10% p.a. a tudíž může snadno nastat situace, kdy vysoké debetní úroky placené z vypůjčeného kapitálu svou výší „smažou“ celý zisk jednotlivých obchodních strategií, nebo můžou snadno ze ziskové obchodní strategie učinit ztrátové.

3.2 Vstupní data

Vstupní data vytváří základní hodnoty vstupující do praktické části této práce. Jako reprezentant každé ze tří zkoumaných fází trhu byla nalezena jedna akcie či akciový index, který svým vývojem ve zvoleném období vystihuje tento trend. Akcie a akciové indexy byly voleny s ohledem na „kvalitu“ těchto titulů na nejprestižnější části pražské burzy, na trhu SPAD. Důvodem jsou dostatečně kvalitní data o obchodování s těmito aktivy.

Zvolené akcie či index byly na svých denních datech analyzovány z pohledu parametrů vstupujících do simulace. Výpočty vstupních dat, simulace náhodných scénářů a úprava výsledků indikátorů proběhla v programu Microsoft Excel. Testování indikátorů bylo provedeno v programu MetaStock. Nejprve tedy došlo ke stažení a uložení příslušných reálných dat seřazených dle uzavíracích cen podle data vzestupně. Z těchto dat byly následně vypočteny výnosy na bázi přirozeného logaritmu.

$$R_t = \ln \frac{a_t}{a_{t-1}}, \quad (3.1)$$

kde R_t je logaritmický výnos v čase t , $\ln(\cdot)$ je funkce přirozeného logaritmu, a_t je cena akcie v čase t a a_{t-1} je cena akcie v čase $t-1$. Z těchto logaritmických výnosů byly následně vypočteny další požadované parametry. Střední hodnota výnosů,

$$E(R) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N R_t, \quad (3.2)$$

kde $E(R)$ je střední hodnota výnosů a N je celkový počet výnosů. V programu Excel byla pro tyto výpočty použita funkce PRŮMĚR(.), kdy argumentem byl vektor R_t . Minimální hodnoty výnosů byly v Excelu vypočteny funkcí MIN(.), kde argumentem jsou hodnoty R_t , maximální hodnoty výnosů byly vypočteny funkcí MAX(.), argumentem jsou hodnoty R_t . Výběrová směrodatná odchylka výnosů byla vypočtena následovně,

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{t=1}^N [R_t - E(R)]^2}, \quad (3.3)$$

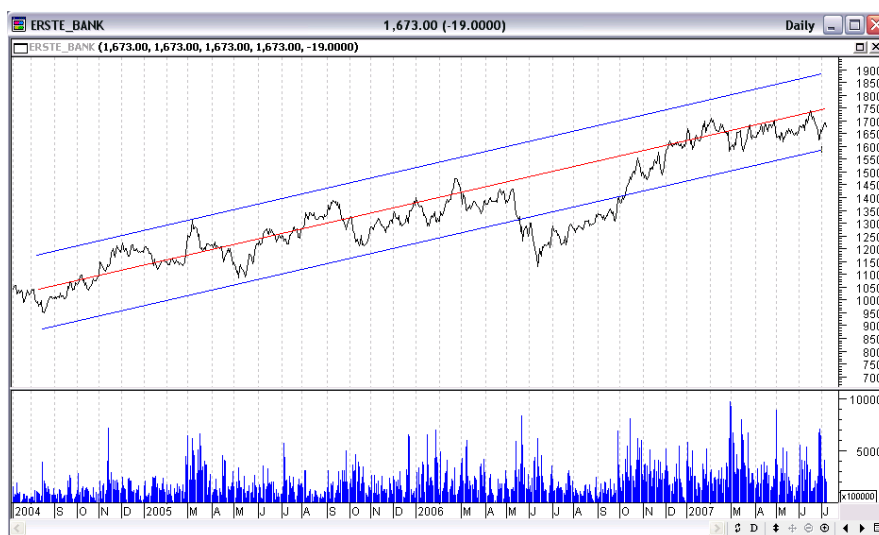
kde σ_v je označení pro výběrovou směrodatnou odchylku, pro výpočty v Excelu byla použita funkce SMODCH.VÝBĚR(), kde argumentem jsou hodnoty R_t . Pro výpočet hodnot šikmosti byl v Excelu použit vzorec SKEW(), kde argumentem jsou hodnoty R_t . Šikmost (skewness) je míra asymetrie rozdělení okolo střední hodnoty a posuzuje stupeň koncentrace malých a velkých hodnot v souboru. Vyjadřuje tedy to, do jaké míry, a na kterou stranu, je rozložení statistických dat zešikmeno, nebo zda je symetrické. Kladná hodnota šikmosti ukazuje na větší výskyt kladných odchylek od střední hodnoty a tedy zešikmení směrem doprava. Záporná hodnota šikmosti ukazuje na větší výskyt záporných odchylek od střední hodnoty. Obecně pro investora je výhodná kladná hodnota šikmosti, tedy zešikmení doprava od střední hodnoty výnosů, na stranu vyšší výnosů, které mu přináší vyšší pravděpodobnost dosažení vyšších výnosů a opačně.

Percentily budou v této práci použity jako jedno kritérium k hodnocení výsledků indikátorů. Percentily jsou hodnoty nebo body, ve kterých distribuční funkce dosahuje dané hodnoty. V případě této práce vyjadřuje kumulativní distribuční funkce rozložení výnosů scénářů indikátorů. Pro výpočet percentilů bude v Excelu použita funkce PERCENTIL(pole;k), kde argument pole tvoří oblast dat, která určuje relativní umístění a argument k je hodnota percentilu z intervalu $<0;1>$. Percentily v ekonomickém pojetí velmi úzce souvisí s metodou Value at Risk (dále jen VaR). Tato metoda slouží k eliminaci potencionálních velkých ztrát, kdy základní předností této metody je, že převádí všechny rizika na společného jmenovatele, který je změna hodnoty aktiva nebo portfolií aktiv. Klíčový je pojem Value at Risk jako hodnota rizika, která je definována jako nejmenší predikovaná ztráta na zadané hladině rizika (pravděpodobnosti) za časovou periodu. Základní úvaha při určení VaR vychází z toho, aby pravděpodobnost, že z aktiva bude zisk ($\Delta\Pi$) menší než předem stanovená hladina zisku (ZISK), byla rovna stanovené hladině pravděpodobnosti α (významnosti). VaR tedy znamená ztrátu a vychází se z pravidla, že zisk se dá vyjádřit jako záporná ztráta, tedy $ZISK = -ZTRÁTA = -VaR$. Formálně tedy význam VaR lze vyjádřit následovně,

$$\Pr(\Delta\Pi \leq +ZISK) = \alpha, \quad (3.4)$$

Proces inverzní transformace budeme v této práci používat pro generování náhodných čísel se stejným rozdělením pravděpodobnosti, jako mají reálné data zvolené akcie či akciového titulu. Tato metoda poskytuje věrohodnější výsledky, než použití náhodných veličin z univerzálního rozložení pravděpodobnosti typu normálního rozdělení pravděpodobnosti.

Jako reprezentant rostoucího trhu byla zvolena akcie Erste Bank v období 8.7.2004 až 10.7.2007, což činí 757 obchodních dnů, které představují přibližně 3 roky nepřetržitého obchodování na burze.



Černá křivka označuje křivku uzavíracích cen akcie, modré přímky označují přibližné hranice trendového kanálu, červená křivka označuje přibližný střed trendového kanálu nebo jinak řečeno hodnotu, okolo které akciový kurz v dlouhém časovém období osciluje. Modré vertikální přímky označují denní objem obchodů. Z grafu vidíme, že se jedná o rostoucí trend.

38

považovány akciové trhy za jedny z nejvolatilnějších a nejrizikovějších vůbec. Navíc z následujícího grafu lze spatřit, že v období poloviny roku 2006 došlo k zajímavé situaci, kdy z pohledu grafické analýzy došlo u tohoto titulu k proražení spodní hranice trendového kanálu, kdy určitou dobu se kurz akcie pohyboval pod touto spodní trendovou hranicí. Zajímavostí je fakt, že „nový“ trend akcie, v oblasti pod spodní trendovou hranicí, se dá víceméně považovat za rovnoběžný s hlavním trendem trendového kanálu. Poté však došlo k návratu nad spodní trendovou hranici a k pokračování předchozího trendu. Takto se často chovají akciové trhy, kdy hlavní trend bývá krátkodobě přerušen jiným trendem, ale v zápětí dojde k návratu k původnímu trendu. Pro výpočet charakteristik akcií Erste Bank byly použity vzorce uvedené v kapitole (3.2) a výsledky vstupních dat zobrazuje následující tabulka.

Střední hodnota výnosů, parametr α v náhodných procesech	0,0627%
Minimální hodnota výnosů	-4,81%
Maximální hodnota výnosů	5,15%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů, parametr σ v náhodných procesech	1,34%
Šikmost	-0,1233

Tabulka 3.1 Hodnoty parametrů akcie Erste Bank reprezentující rostoucí trh

Z tabulky vidíme velmi malou střední hodnotu výnosu, která kladnou hodnotou výnosu dokazuje rostoucí trh. Dále vidíme relativně malé, ale souměrné, extrémní hodnoty maximální denní ztráty a výnosů. Hodnota šikmosti svou zápornou hodnotou ukazuje, že křivka hustoty pravděpodobnosti výnosů je zešikmena směrem doleva, směrem na stranu ztráty.

3.2.2 Postranní trh

Jako reprezentant postranního trhu byl zvolen akciový index PX s časovou řadou v období 18.4.1995 – 13.8.2002, což činí 1 828 obchodních dnů, které představují přibližně 7 let nepřetržitého obchodování na burze.



Obrázek 3.2 Graf uzavíracích cen akciového indexu PX ve zvoleném období

Tato časová řada je velmi volatilní a znovu vidíme pohyb indexu uvnitř trendového kanálu. Obecně se dá říct, že postranní trhy můžeme rozlišit do dvou hlavních druhů podle volatility na těchto trzích. První druh je možné charakterizovat situací na trhu, kdy dochází k malému zájmu investorů o dané tituly, nebo trh jako celek, a malým denním obchodům vlivem malého zájmu. Malý zájem investorů a malý objem obchodů je většinou doprovázen malými změnami v cenách a nízkou volatilitou. Druhý typ postranního trhu se dá charakterizovat jako situaci, kdy je trh obecně velmi „nervózní“ vlivem nejistoty investorů ohledně budoucnosti trhů, což se opět může projevovat malými denními objemy. Investoři často přehnaně reagují na sebemenší informace, což při malém objemu obchodů většinou působí velké denní změny cen akcií a celého trhu. Z tohoto pohledu se jedná o velmi rozkolísanou časovou řadu.

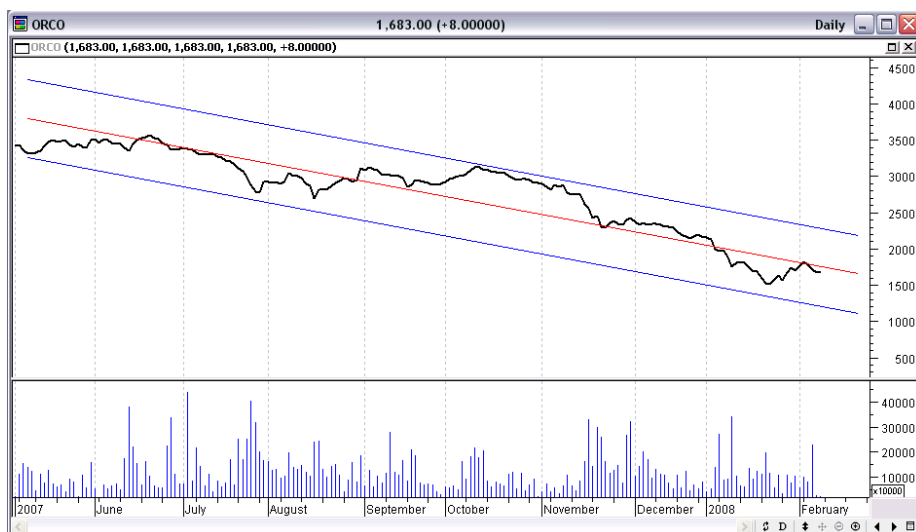
Střední hodnota výnosů	0,0041%
Minimální hodnota výnosů	-7,07%
Maximální hodnota výnosů	5,81%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	1,25%
Šikmost	-0,1441

Tabulka 3.2 Hodnoty parametrů indexu PX reprezentující postranní trh

Z tabulky vidíme velmi malou střední hodnotu výnosů, což svědčí po postranním trhu s velmi malým růstem střední hodnoty. Vidíme také zápornou hodnotu šikmosti svědčící o zešikmení křivky hustoty pravděpodobnosti výnosů směrem doleva, směrem k vyšším ztrátám.

3.2.3 Klesající trh

Jako reprezentant klesajícího trhu byla zvolena akcie Orco v období 4.5.2007 – 8.2.2008, což činí 192 obchodních dnů, které představují přibližně 3/4 roku nepřetržitého obchodování na burze.



Obrázek 3.3 Graf uzávěracích cen akcie Orco ve zvoleném období

Při pohledu na graf lze spatřit, že tato časová řada je relativně málo volatilní (málo rozkolísaná) s klesající směrnici trendového kanálu, což dokazuje klesající trend.

Střední hodnota výnosů	-0,3716%
Minimální hodnota výnosů	-6,96%
Maximální hodnota výnosů	6,95%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	2,06%
Šikmost	-0,1118

Tabulka 3.3 Hodnoty parametrů akcie Orco reprezentující klesající trh

Z tabulky vidíme zápornou hodnotu výnosů dokazující klesající trend, dále vidíme souměrné hodnoty maximálních zisků a ztrát a také vidíme zešikmení funkce hustoty směrem doleva.

3.3 Parametry a postup simulace náhodných procesů

Tato kapitola je věnována popisu simulace náhodných scénářů. Pro každou ze tří fází trhu vygenerujeme 10 000 náhodných scénářů a v každém scénáři je předpověď pro následujících 500 obchodních dnů. Pro simulování rostoucího trhu použijeme geometrický Brownův proces s parametry vypočtenými z časové řady akcie společnosti Erste Bank. Pro simulaci postranního trhu použijeme aritmetický mean-reversion proces s parametry indexu PX a pro klesající trh použijeme geometrický mean-reversion proces s parametry časové řady akcie společnosti Orco. Formát každého scénáře musí být přizpůsobený formátu akceptovaného programem MetaStock, proto každý scénář obsahuje pouze 3 sloupce. První sloupec tvoří označení fáze trhu + název akcie (např. „rost_ERSTE“ pro označení rostoucího trhu a Erste Bank), druhý sloupec tvoří datum (datum pracovních dnů ve formátu mm/dd/yy) a poslední je sloupec simulovaných cen. Hodnoty ve všech buňkách musí být ve formě hodnoty, nikoliv vzorce. V každém scénáři je u data 8.2.2008 reálná hodnota, kterou dosáhl akciový kurz, od data 11.2.2008 do 8.1.2010 simulujeme náhodný vývoj akciového kurzu podle zvoleného procesu. Simulace proběhla v programu Microsoft Excel, kdy bylo třeba pro každý scénář vytvořit samostatný soubor Excelu. Pro generování sešitů Excelu bylo v Excelu vytvořeno Makro. Následně tyto vytvořené soubory byly převedeny nástrojem The Downloader do programu MetaStock, kde došlo v nástroji System Tester k vypočtení výsledků indikátorů.

3.3.1 Inverzní transformace

Pro výpočet náhodných čísel využijeme proces inverzní transformace, který nám umožní získat náhodná čísla z rozložení pravděpodobnosti, které odpovídá rozložení pravděpodobnosti výnosů akcie reprezentující určitou fázi trhu. Teoreticky byla inverzní transformace vymezena v teoretické části práce.

Výpočet hodnot inverzní transformace probíhá následovně, zdrojová data (uzavírací ceny akcie ve zvoleném období) umístíme do sloupce a seřídíme sestupně podle data, následně vzorcem (3.1) vypočteme pro každý den výnos na bázi přirozeného logaritmu. Z těchto výnosů následně určíme minimální hodnotu výnosu a maximální hodnotu výnosu. Dále si stanovíme počet tříd (intervalů) mezi těmito krajními hodnotami. V této práci byl stanoven z ohledu na přesnost počet 500 tříd. Dále již postupujeme velmi podobně jako v situaci,

kdy hledáme rozdělení pravděpodobnosti výnosů pro libovolnou akcii. Stanovením maximální a minimální hodnoty výnosů, což nám společně s počtem 500 tříd rozdělí oblast mezi maximální a minimální hodnotou výnosů na 500 stejně velkých tříd, intervalů. Dále funkcí ČETNOSTI(data;hodnoty), kdy pole data je tvořeno sloupcem logaritmických výnosů a pole hodnoty jsou tvořeny sloupcem vytvořených tříd, zjistíme četnost výskytů výnosů v každém z námi zvolených 500 tříd. Ze znalosti četností vypočteme hodnoty hustoty pravděpodobnosti a z ní hodnoty kumulativní distribuční funkce pro jednotlivé třídy. Tímto postupem jsme vytvořili podklad pro výpočet inverzní transformace, kdy pro každý interval (třidu) výnosů jsme přiřadili interval (třidu) na kumulativní distribuční funkci výnosů.

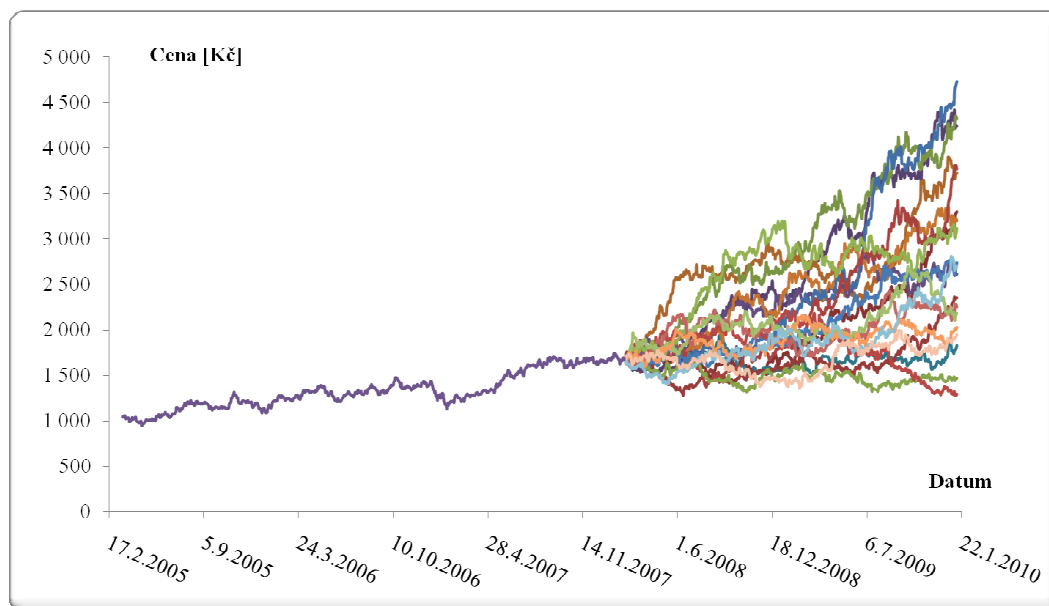
Samotný proces hledání náhodných čísel inverzní transformací probíhá následovně, vygenerujeme do sloupce příslušný počet náhodných čísel z rovnoměrného rozložení pravděpodobnosti $R(0;1)$ užitím funkce generátor pseudonáhodných čísel v Excelu. Následně funkcí VYHLEDAT(co;hledat;výsledek) pro každé toto náhodné číslo z $R(0;1)$ hledáme interval na kumulativní distribuční funkci výnosů akcií, do které toto číslo svou hodnotou náleží a podle zjištěné třídy na kumulativní distribuční funkci dostaneme hodnotu třídy výnosů. Pole co obsahuje hodnotu náhodného čísla z $R(0;1)$, pole hledat obsahuje hodnotu intervalů distribuční funkce výnosů a pole výsledek obsahuje hodnoty intervalů výnosů. Hodnota výnosů z funkce vyhledat má charakter náhodného čísla, které jsme dostali metodou inverzní transformace místo přímým výpočtem přes generátor pseudonáhodných čísel. Náhodné čísla z procesu inverzní transformace pak mají skoro přesné rozdělení pravděpodobnosti, jako je rozdělení pravděpodobnosti výnosů akcie.

3.3.2 Simulace rostoucího trhu

Z pohledu simulace Monte Carlo potřebujeme v případě rostoucího trhu znát poslední reálnou hodnotu akciového kurzu, hodnotu průměrného očekávaného výnosu, směrodatnou výběrovou odchylku, velikost dt a náhodné čísla. V simulacích fází trhu má výraz proměnné x , uvedené ve vzorcích v teoretické části, má pro nás v tomto případě význam uzavíracích cen. V případě, že používáme pro náhodný proces inverzní transformaci jako generátor náhodných čísel, pak potřebujeme poslední reálnou hodnotu akciového kurzu x_0 , hodnotu průměrného očekávaného výnosu α , velikost dt , náhodné čísla z procesu inverzní transformace označené ε . Rozdělení tříd pro inverzní transformaci u rostoucího trhu je

umístěna v příloze č. 2. Pro rostoucí trh použijeme hodnoty x_0 ve výši 1 673 Kč ze dne 8.2.2008, α ve výši 0,0627%, dt ve výši 1.

Pro simulaci použijeme rovnici (2.9), kterou simulujeme v každém z 10 000 scénářů 500 obchodních dnů.



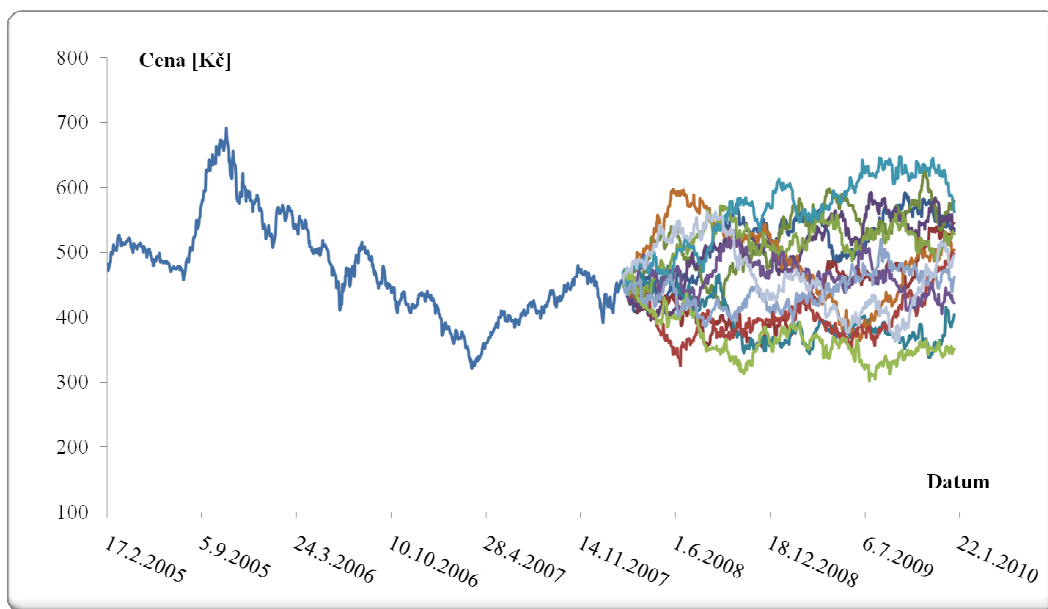
Obrázek 3.4 Graf vývoje reálného akciového kurzu a simulovaných kurzů pro rostoucí trh

V levé části grafu vidíme křivku reálného akciového kurzu Erste Bank ve zvoleném období a v druhé části grafu vidíme zhruba 25 náhodně vybraných scénářů z celkového množství 10 000 scénářů. Vidíme, že simulované scénáře svým vývojem velmi dobře vystihují trend stanovený reálnými daty a lze spatřit lehce exponenciální charakter simulovaných dat.

3.3.3 Simulace postranního trhu

Pro simulaci postranního a klesajícího trendu použijeme časovou řadu reálných uzavíracích cen zvoleného období, ze které regresní MNC vypočteme požadované parametry tvořící vstupní hodnoty náhodných procesů. Použijeme nástroj regresní analýza v Excelu, nezávisle proměnnou tvoří hodnoty sloupce x_{t-1} a hodnoty závisle proměnné tvoří sloupec dx (Δx v případě nespojitého modelu). Touto regresí dostaneme hodnoty $\alpha; \beta$, které následně vzorcem (2.19) resp. (2.20) přepočteme na hodnoty a, b . Pro postranní trh vstupem do inverzní transformace nejsou hodnoty výnosů, ale hodnoty odchylky skutečného kurzu od simulovaného kurzu (rezidua), bez zahrnutí náhodné složky

simulovaného kurzu. Rozdělení tříd pro inverzní transformaci u postranního trhu je umístěna v příloze č. 3. Proces inverzní transformace je popsán v kapitole 2.1.4. Pro postranní trh činí parametr x_0 hodnotu 453,60 Kč (ze dne 8.2.2008), parametr a nabývá hodnoty 0,003762, parametr b dosahuje hodnoty 479,46; dt je 1. S těmito hodnotami probíhá simulace podle vzorce (2.14).



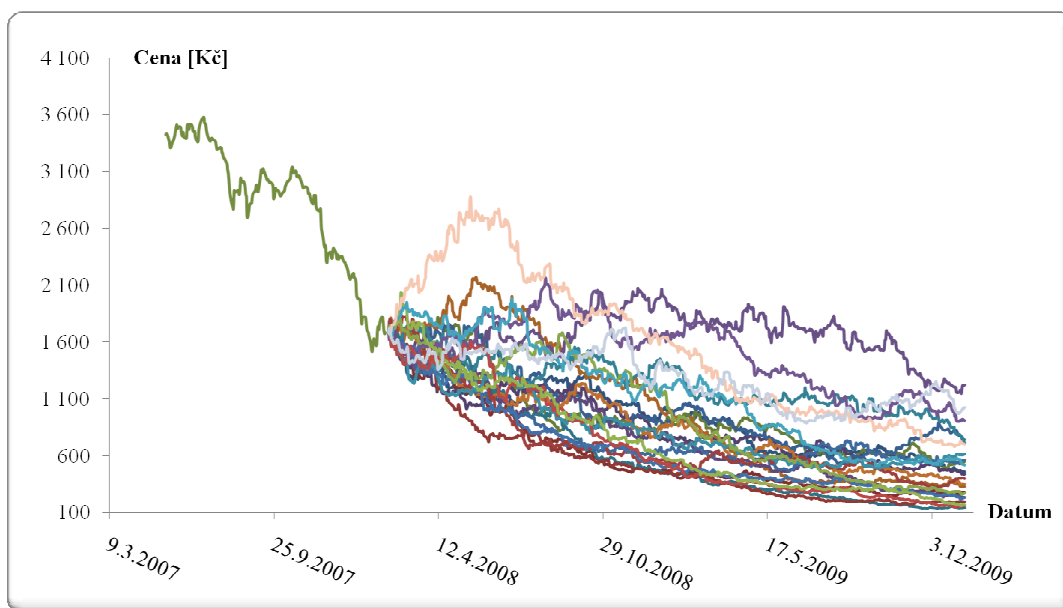
Obrázek 3.5 Graf vývoje reálného akciového kurzu a simulovaných kurzů pro postranní trh

V první části grafu vidíme křivku reálného indexu PX v části zvoleného období, v druhé části grafu vidíme zhruba 20 náhodně vybraných scénářů z celkového množství 10 000 scénářů. Vidíme, že simulované scénáře svým vývojem dobře vystihují trend stanovený reálnými daty a chovají se podle mean-reversion procesu, kdy v delším časovém období vykazují tendenci návratu k dlouhodobé rovnovážné hodnotě.

3.3.4 Simulace klesajícího trhu

Simulace klesajícího trhu probíhá stejným způsobem, jako v případě postranního trhu, kromě dvou odlišností. Nezávisle proměnnou v regresní analýze tvoří sloupec hodnot $\ln(x_{t-1})$ a závisle proměnnou tvoří hodnoty $\frac{\Delta x}{x}$. Výsledkem regrese obdržíme hodnoty α, β , které stejně jako v případě postranního trhu přepočteme na hodnoty a, b vzorcem (2.19) resp. (2.20). Při pohledu na výsledky regrese vidíme, u obou parametrů α, β

hodnota spolehlivosti P nabývá hodnot výrazně vyšších, než je hodnota 5%. Tento fakt znamená, že hodnoty α, β nejsou statisticky spolehlivé a tudíž obě hodnoty nahrazujeme hodnotou 0. Hodnoty inverzní transformace vypočteme stejným způsobem jako v případě postranního trhu, kdy jako data do inverzní transformace vstupují hodnoty reziduí mezi skutečnou hodnotu kurzu a simulovanou hodnotou bez vlivu náhodné složky. Rozdělení tříd pro inverzní transformaci u rostoucího trhu je umístěna v příloze č. 4. Vstupními hodnotami jsou, parametr x_0 nabývá hodnoty 1 683 Kč (ze dne 8.2.2008), parametr a i b nabývají hodnoty 0, dt je 1 a pro simulaci z těchto hodnot použijeme vzorec (2.30).



Obrázek 3.6 Graf vývoje reálného akciového kurzu a simulovaných kurzů pro klesající trh

V první části grafu vidíme křivku reálných hodnot akcie Orco, v druhé části grafu vidíme zhruba 20 náhodně vybraných scénářů. Vidíme, že simulované scénáře svým vývojem dobře vystihují klesající trend stanovený reálnými daty. Dále vidíme, že pro rostoucí čas hodnoty simulovaných scénářů se přibližují k ose x , a tedy k velmi nízkým korunovým hodnotám a současně není dosahováno záporných simulovaných cen. Toto je typický jev u klesajícího trendu, kdy se hodnoty přibližují (konvergují) ke své hranici podpory.

3.4 Charakteristika použitých indikátorů v Metastocku

Z rozmanité nabídky všech používaných a dostupných indikátorů byly vybrány následující indikátory, z důvodu jejich velké rozšířenosti, oblíbenosti, dostupnosti v mnoha programech pro technickou analýzu a relativně snadně pochopitelnou interpretaci.

- Indikátor „exponenciální klouzavý průměr s optimalizací parametrů“ (dále jen EMA s opt.).
- Indikátor „protnutí dvou klouzavých průměrů s optimalizací parametrů“ (dále jen MACrossover s opt.).
- Indikátor „klouzavé průměry konvergence divergence s optimalizací parametrů“ (dále jen MACD s opt.).
- Indikátor „index relativní síly s optimalizací parametrů“ (dále jen RSI s opt.).

Všechny zvolené indikátory obsahují proces optimalizace parametrů, tedy proces kdy jsou hledány nejlepší dosažené výsledky iterační metodou. Iterační metoda je metoda, kdy dochází k dosazování parametrů (hodnot) z určitého intervalu jako konstant do určitého modelu či soustavy rovnic. Výsledky rovnic, společně s danými parametry, jsou uloženy a následně jsou výsledky iterací srovnány podle zvoleného kritéria od nejlepšího výsledku po nejhorší a zpětně přes výsledky je určena hodnota optimálního parametru. V této práci bude posuzována úspěšnost indikátorů resp. úspěšnost optimalizační parametrů, na základě kritérií hodnoty průměrného očekávaného výnosu, hodnoty 1. a 5. percentilu. Pro lepší hodnocení dosažených výsledků budou hodnoty dosaženého výnosu indikátoru po dvou letech, v procentním vyjádření, srovnány s hodnotou výnosu alternativní investice. Výnos alternativní investice po dvou letech představuje hodnotu přibližně 5,06%, kdy za alternativní investici je považováno uložení a ponechání počátečních prostředků na účtu obchodníka s CP. Z pohledu rizika se tak jedná o skoro bezrizikovou investici, protože vklady obchodníků s CP jsou pojištěny do hodnoty 25 000 EUR a do 90% své hodnoty.

Následující kapitoly obsahují odlišnosti mezi teorií popsanou v teoretické části a podstatou indikátorů v MetaStocku.

3.4.1 Indikátor EMA s optimalizací

Teoretické vymezení tohoto indikátoru je uvedeno v teoretické části práce. Tento indikátor je v programu MetaStock tvořen trochu odlišným způsobem, než je tomu v teoretickém vymezení. Rozdíly vyplývají z použitých vzorců.

$$\text{Podmínky pro vstup do LONG pozice nebo uzavření SHORT pozice,} \\ \text{Mov}(C, \text{opt1}, E) > \text{Ref}(\text{Mov}(C, \text{opt1}, E), -1). \quad (3.5)$$

$$\text{Podmínky pro uzavření LONG pozice nebo vstup do SHORT pozice,} \\ \text{Mov}(C, \text{opt1}, E) < \text{Ref}(\text{Mov}(C, \text{opt1}, E), -1), \quad (3.6)$$

kde $\text{Mov}(\cdot)$ je funkce klouzavého průměru, C je uzavírací (CLOSE) cena akcie, OPT1 je první optimalizační parametr, E je označení pro exponenciální klouzavý průměr a $\text{Ref}(\cdot, -1)$ označuje funkci „Reference“, která pro potřeby výpočtu indikátorů bere hodnoty, které jsou posunuty datumově o příslušný počet (v závorce uvedených) period zpět nebo dopředu. V případě hodnoty „-1“ tato funkce používá hodnoty uzavírací ceny, která je vždy o jeden den zpět.

Výsledkem optimalizace je optimální parametr udávající časovou periodu (délku klouzavého průměru), kterou vzorcem (1.4) přepočteme na hodnotu vyrovnávací konstanty λ . Jak vyplývá z uvedených vzorců, ke vstupu do LONG nebo uzavření SHORT pozice dochází v situaci, když exponenciální (dále jen exp.) klouzavý průměr z uzavíracích cen akcie s procentní váhou ve výši parametru OPT1 bude větší, než exp. klouzavý průměr z uzavíracích cen akcie posunutých o den zpět s procentní váhou ve výši parametru OPT1 . K uzavření LONG nebo vstupu do SHORT pozice dochází, když exp. klouzavý průměr z uzavíracích cen s procentní váhou ve výši parametru OPT1 bude menší, než exp. klouzavý průměr z uzavíracích cen akcie posunutých o den zpět s procentní váhou ve výši parametru OPT1 .

Odlišností od teoretického vymezení je, že nedochází k porovnávání exp. klouzavého průměru s původním kurzem akcie, ale k porovnávání dvou exp. klouzavých průměr mezi sebou, kdy vždy jeden exp. klouzavý průměr je posunut uzavírací hodnotou akcie o den zpátky. Parametr OPT1 nabývá postupně hodnot v intervalu $\langle 1; 150 \rangle$ s krokem 1.

3.4.2 Indikátor MACrossover s optimalizací

$$\text{Podmínky pro vstup do LONG pozice nebo uzavření SHORT pozice,} \\ \text{Mov}(C, \text{opt1}, E) > \text{Mov}(C, \text{opt2}, E). \quad (3.7)$$

$$\text{Podmínky pro uzavření LONG pozice nebo vstup do SHORT pozice,} \\ \text{Mov}(C, \text{opt1}, E) < \text{Mov}(C, \text{opt2}, E). \quad (3.8)$$

Ke vstupu do LONG nebo uzavření SHORT pozice dochází v situaci, když exp. klouzavý průměr z uzavíracích cen akcie s procentní váhou ve výši parametru OPT1, bude větší, než exp. klouzavý průměr z uzavíracích cen akcie s procentní váhou ve výši parametru OPT2. K uzavření LONG nebo vstupu do SHORT pozice dochází, když exp. klouzavý průměr z uzavíracích cen akcie s procentní váhou ve výši parametru OPT1 bude menší, než exp. klouzavý průměr z uzavíracích cen akcie s procentní váhou ve výši parametru OPT2. Parametr OPT1 nabývá postupně hodnot v intervalu $\langle 2;30 \rangle$ s krokem 2. Parametr OPT2 nabývá postupně hodnot v intervalu $\langle 10;110 \rangle$ s krokem 5.

V jednotlivých případech akcií či posuzovaného trhu se hodnota optimálních parametrů může pohybovat výrazně odlišně od hodnot doporučovaných obecně v literatuře. Důvodem odlišnosti optimálních parametrů od doporučovaných parametrů vychází z jedinečnosti každé časové řady. Tento indikátor je díky optimalizaci dvou parametrů současně velmi náročný na strojový čas, kdy celkový počet dílčích testů, připadajících na jeden scénář, činí v případě tohoto indikátoru 280. Na testování 10 000 scénářů je tedy třeba provést 2 800 000 iteračních testů. Při takto širokém intervalu testovaných parametrů už náročnost tohoto testování přesahuje možnosti programu MetaStock (viz příloha č. 1). Z tohoto důvodu je třeba si zvolit způsob, jakým dospět k relevantním výsledkům bez překročení hranic možností tohoto programu. Řešení jsou v zásadě dvě.

Prvním z řešení neprovádět testování najednou celého množství 10 000 scénářů, ale například toto množství rozdělit na 10 skupin, každou skupinu o 1 000 scénářích a testovat postupně všechny tyto skupiny odděleně pro stejný indikátor a výsledky spojit. Při tomto postupu a spojení výsledků dostaneme najednou výsledky optimálních parametrů společně s detailními výsledky pro jednotlivé optimální parametry. Při tomto postupu je však nutno počítat s velkou časovou a datovou náročností výpočtů, kdy i výkonným procesorem trvají výpočty při plném vytížení počítače v řádu mnoha jednotek hodin či desítky hodin (u pomalejších procesorů) a výsledná data tohoto testu zabírají na pevném disku počítače místo v řádu okolo 10 Gigabytů. Druhým řešením je vybrat ze skupiny 10 000 náhodně scénářů dostatečně velké reprezentativní množství scénářů, například náhodně vybraných 2 000 scénářů a tyto vybrané scénáře budou otestovány na optimální parametry. Výsledkem tohoto testu obdržíme optimální parametry, které následně aplikujeme na všechny scénáře a výsledkem obdržíme detailní výsledky pro daný optimální parametr. Tato druhá možnost řešení je časově i datovou velikostí výsledků méně náročná, ovšem i tak

je nutno počítat s výpočty v řádu hodin a jednotek gigabytů. V této práci bude uplatněn tento způsob hledání optimálních parametrů.

3.4.3 Indikátor MACD s optimalizací

Podmínky pro vstup do LONG pozice nebo uzavření SHORT pozice,
 $\text{MACD}() > \text{Mov}(\text{MACD}(), \text{opt1}, \text{EXPONENTIAL}).$ (3.9)

Podmínky pro uzavření LONG pozice nebo vstup do SHORT pozice,
 $\text{MACD}() < \text{Mov}(\text{MACD}(), \text{opt1}, \text{EXPONENTIAL}),$ (3.10)

kde $\text{MACD}()$ je funkce MACD a výraz $\text{Mov}(\text{MACD}(), \text{opt1}, \text{EXPONENTIAL})$ vyjadřuje spouštěcí linii resp. exp. klouzavý průměr z indikátoru MACD s optimalizačním parametrem OPT1.

Program MetaStock interpretuje indikátor MACD s opt. trochu odlišně, než bývá uváděno v literatuře. Funkce $\text{MACD}()$ vyjadřuje pouze rozdíl mezi 12-denním exp. klouzavým průměrem a 26-denním exp. klouzavým průměrem, vyjádřeno matematickým zápisem následovně.

$$\text{MACD}() = \text{MOV}(C, 12, E) - \text{MOV}(C, 26, E).$$

Ke vstupu do LONG nebo uzavření SHORT pozice dochází v situaci, když hodnota indikátoru MACD bude větší, než spouštěcí linie indikátoru MACD s procentní váhou ve výši parametru OPT1. K uzavření LONG nebo vstupu do SHORT pozice dochází, když hodnota indikátoru MACD bude menší, než exp. klouzavý průměr (spouštěcí linie) z indikátoru MACD s procentní váhou ve výši parametru OPT1. Parametr OPT1 nabývá postupně hodnot v intervalu $\langle 2; 50 \rangle$ s krokem 1.

Celkový počet dílčích testů při hledání optimálního parametru, připadajících na jeden scénář, činí 48. Na testování 10 000 scénářů je tedy třeba provést 480 000 testů. Pokud i v tomto případě dojde k překročení testovacích možností programu MetaStock, je třeba postupovat stejným způsobem, jako v předchozí kapitole týkající se indikátoru MACrossover s opt.

3.4.4 Indikátor RSI s optimalizací

Podmínky pro vstup do LONG pozice nebo uzavření SHORT pozice,
$$\text{Cross}(\text{RSI}(\text{opt1}), 30). \quad (3.11)$$

Podmínky pro uzavření LONG pozice nebo vstup do SHORT pozice,
$$\text{Cross}(70, \text{RSI}(\text{opt1})), \quad (3.12)$$

kde $\text{Cross}(\cdot)$ je funkce reagující na protnutí dvou hodnot či křivek, $\text{RSI}(\cdot)$ je funkce provádějící výpočty indikátoru relativní síly, hodnota 30 vyjadřuje hranici přeprodání a hodnota 70 vyjadřuje hranici překoupení. Hodnota optimálního parametru OPT1 má v MetaStocku význam počtu dnů, ze kterých je vypočítána hodnota prostého klouzavého průměru $U(n)$ resp. $D(n)$ ve vzorci (1.8).

Ke vstupu do LONG, nebo uzavření SHORT pozice, dochází v situaci, když hodnota indikátoru RSI, vypočteného z prostého klouzavého průměru z množství dnů, odpovídající hodnotě parametru OPT1, protne zespodu nahoru přímku (rovnoběžnou s osou x) umístěnou v hodnotě 30. K uzavření LONG, nebo vstupu do SHORT pozice, dochází, když hodnota indikátoru RSI, vypočteného z prostého klouzavého průměru z množství dnů, odpovídající hodnotě parametru OPT1, protne zhora dolů přímku (rovnoběžnou s osou x) umístěnou v hodnotě 70. Parametr OPT1 u indikátoru RSI s optimalizací nabývá postupně hodnot v intervalu $\langle 2; 50 \rangle$ s krokem 1.

3.5 Výsledky indikátorů v návaznosti na fáze trhu

V této kapitole uvedeme výsledky každého zvoleného indikátoru, pro každou fázi trhu, které následně zhodnotíme zvolenými kritérii průměrného očekávaného výnosu, hodnoty 1. percentilu a hodnoty 5 percentilu. V rámci každého indikátoru hledáme optimální parametr a hodnotu výnosu, která je při tomto parametru dosažena. Pro přehlednost uvedeme pro každý indikátor 10 nejlepších a 5 nejhorších výsledků parametrů, což nám umožní vysledovat základní souvislosti mezi hodnotami parametrů a hodnotami dosahovaného výnosu. Při srovnávání účinnosti indikátorů jsou dosažené hodnoty srovnány s hodnotou výnosu alternativní investice a porovnáváme, zda je výhodné použít indikátor nebo investovat do alternativní investice. Na konci každé dílčí kapitoly bude

uvedeno shrnutí daného typu trhu s přípustnými pozicemi a vyhodnocení úspěšnosti a použitelnosti indikátoru.

3.5.1 Rostoucí trh s LONG pozicemi

V této kapitole budou postupně uvedeny výsledky všech zvolených indikátorů na simulovanou rostoucí časovou řadu, reprezentovanou 10 000 scénáři.

3.5.1.1 Indikátor EMA s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Teoretické vymezení tohoto indikátoru bylo provedeno v teoretické části této práce. Optimální parametry byly hledány z intervalu $\langle 1;150 \rangle$ s krokem 1. Výsledkem hledání optimálního parametru je hodnota parametru OPT1, který je ovšem nutno přepočítat podle (1.4) na hodnotu λ .

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ
10 nejlepších výsledků optimalizace	58.89 %	6	98	2,02%
	58.88 %	6	99	2,00%
	58.84 %	7	92	2,15%
	58.68 %	9	74	2,66%
	58.52 %	7	97	2,04%
	58.48 %	7	96	2,06%
	58.47 %	7	91	2,17%
	58.20 %	8	88	2,24%
	58.20 %	7	95	2,08%
	58.19 %	8	87	2,27%
5 nejhorších výsledků optimalizace	-16.63 %	62	5	33,33%
	-24.22 %	70	4	40,00%
	-32.48 %	79	3	50,00%
	-44.43 %	95	2	66,66%
	-60.83 %	124	1	100,00%

Tabulka 3.4 Výsledky optimalizace parametrů indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Výsledky jsou seříděny od nejlepšího po nejhorší výsledky, kdy v první části tabulky je uvedeno 10 nejlepších výsledků a v druhé části je zahrnuto 5 nejhorších výsledků optimalizace. Tabulka pro přehlednost, a pro posouzení výsledků optimalizace, obsahuje

kromě optimálního parametru, včetně přepočtu tohoto parametru na procentní váhu, také dosažený průměrný očekávaný výnos a průměrný počet obchodů. Následující tabulky s výsledky optimálních parametrů budou uváděny pro svoje rozměry v příloze.

Z tabulky vidíme, že nejlepších výsledků je zde dosahováno při použití optimalizačního parametru 98 (λ nabývá hodnoty 2,02%). Hodnota λ je interpretována tak, že váha ve výši pouze 2,02% je přiřazena nejnovější hodnotě akciového kurzu a váha 97,98% je přiřazena minulým hodnotám exp. klouzavého průměru. Nejlepších výsledků je tedy dosaženo v situaci, kdy nejaktuálnějším datům je přiřazena velmi malá váha, čímž dochází k relativnímu potlačení nejnovějších hodnot akciového kurzu a výsledná křivka hodnot indikátoru EMA s opt., zakreslená do grafu, bude značně „vyhlazená“, tedy sledující hlavní dlouhodobý trend a potlačující krátkodobé výkyvy.

Dále je z tabulky patrné to, že při použití tohoto optimálního parametru bude uskutečněno za dobu 500 obchodních dnů průměrně zhruba jen 6 obchodů a průměrný očekávaný výnos bude 58,89% za období přibližně 2 let. Tento dosažený výnos je mnohem vyšší, než výnos alternativní investice. Ve výnosu tohoto indikátoru jsou už zahrnuty transakční náklady, není zde ovšem zahrnuta daň z kapitálových výnosů, ani hodnota dividend, které by případně při držení titulu zvyšovaly hodnotu průměrného očekávaného výnosu.

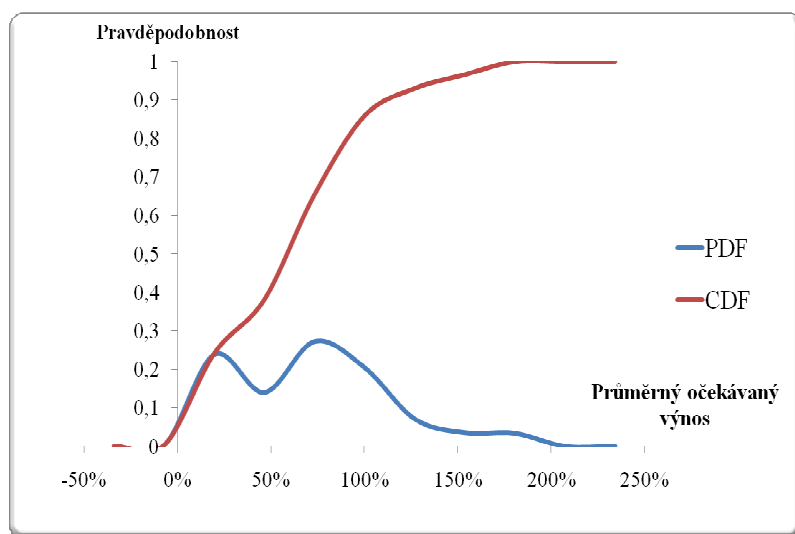
Další zajímavé zjištění plynoucí z této tabulky je to, že při pohledu na 10 nejlepších výsledků zjišťujeme, že hodnoty průměrného očekávaného výnosu, průměrného počtu obchodů i hodnoty λ jsou velice podobné a minimálně se liší od nejlepšího výsledku. Znamená to tedy to, že pokud použijeme optimální parametr pohybující se v rozmezí od 90 do 97 (λ v rozmezí 2-2,5%), dosáhneme výsledků, které se jen velmi málo liší od nejlepšího výsledku. Znamená to tedy, že pro tento indikátor a typ trhu je výhodné používat velmi malou hodnotu λ , při které je dosahováno nejlepších výsledků. Vidíme tedy, že indikátor EMA s opt. pro rostoucí trh je relativně málo citlivý na přesné nastavení optimálního parametru a obecně je lepší využívat vyšší hodnoty parametru, které vedou k průměrnému očekávanému výnosu na úrovni 58%.

Z druhé části tabulky lze pozorovat, že použití nízké hodnoty optimálního parametru (vysoká hodnota λ) vede k nejhorším výsledkům. Nejhorším výsledkem je ztráta ve výši 60%, která byla dosažena použitím parametru hodnoty 1 (λ dosahuje hodnoty 100%). Při této hodnotě λ dochází tedy k ignorování minulých hodnot exp. klouzavého průměru

a výsledná křivka je totožná s křivkou kurzu akcie. Parametr λ ve výši 100% vede k nemalým ztrátám, které jsou doprovázené velkým množstvím obchodů, kdy drtivá většina z těchto obchodů je ztrátová. Ztráty ve výši 60% je dosaženo i přes nastavení příkazu Maximum Loss ve výši 10%. Dosažení ztráty vyšší než je hodnota Maximum Loss je nejspíš dáno tím, že při použití tohoto parametru dochází k velkému množství ztrátových obchodů a tak ztráta je mnohem větší, než by odpovídalo hodnotě Maximum Loss. Obecně lze konstatovat, že použití malých hodnot optimalizačních parametrů (vysokých hodnot λ) vede k nejhorším výsledkům. Následuje tabulka detailních výsledků pro optimální parametr 98.

Průměrný očekávaný výnos	58,75%
1. percentil	-2,51%
5. percentil	-0,81%
Minimální hodnota výnosů	-33,83%
Maximální hodnota výnosů	234,33%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	41,39%
Šikmost	0,7232
Počet ziskových scénářů	9294
Počet ztrátových scénářů	706
Průměrný počet uskutečněných obchodů	7,00

Tabulka 3.5 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh



Obrázek 3.7 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

V předchozí tabulce došlo u položky průměrný počet obchodů k určité nepřesnosti dané zaokrouhlováním programu MetaStock, který zaokrouhluje pouze na celé čísla. Zajímavý je pohled na hodnotu minimální a maximální hodnoty výnosů, kdy nejhorší scénář z množství 10 000 scénářů dosáhl ztráty ve výši 33%, kdežto nejlepší scénář dosáhl zisku 234%. Tento výsledek je pro investora pozitivní, protože ho nutí podstupovat potenciální ztrátu, která je mnohem menší, než hodnota maximálního potenciálního výnosu. Hodnota šikmosti ve výši 0,7232 ukazuje, že hodnoty četností výnosů (vyjádřené křivkou hustoty pravděpodobnosti funkce výnosů) jsou zešikmeny (posunuty) směrem doprava, směrem k vyššímu výnosu, od své střední hodnoty, což je také pro investora pozitivní. Dále vidíme další pozitivní hodnoty, kdy z celkového množství 10 000 scénářů dosahuje 9 294 scénářů zisku a jen 706 scénářů dosahuje ztráty. Tedy použitím tohoto parametru pro daný typ trhu a daný indikátor dostaneme pouze malou pravděpodobnost toho, že naše investování bude ztrátové po započítání transakčních nákladů. Navíc maximální hodnota dosaženého nejlepšího výnosu výrazně přesahuje maximální hodnotu možné ztráty.

Tabulka dále obsahuje hodnoty 1. a 5. percentilu. Hodnota 1. percentilu ve výši $-2,51\%$ znamená, že s pravděpodobností 1% bude ztráta vyšší nebo rovna $2,51\%$, nebo také z druhého úhlu pohledu to znamená, že s pravděpodobností 99% bude ztráta menší nebo rovna $2,51\%$. Hodnota 5. percentilu (ve výši $-0,81\%$) má stejnou interpretaci jako v případě 1. percentilu, tedy z pohledu 5% hladiny pravděpodobnosti bude ztráta vyšší, nebo rovna $0,81\%$, nebo také s pravděpodobností 95% bude ztráta menší, nebo rovna $0,81\%$. Větší vypovídací schopnost má hodnocení z pohledu 95% resp. 99%, než z pohledu 1% resp. 5%, proto následující interpretace budou interpretovány takto. Čím vyšší dosahují oba percentily hodnoty (výnosu), tím je situace pro investora lepší, protože mu na dané hladině pravděpodobnosti zajišťují vyšší minimální zisk při použití indikátoru.

Uvedený graf znázorňuje pravděpodobnosti očekávaných průměrných výnosů resp. funkci četnosti výnosů. Červená křivka vyjadřuje kumulativní distribuční funkci (Cumulative distribution function, dále jen CDF), modrá křivka vyjadřuje hustotu pravděpodobnosti funkce (Probability density function, dále jen PDF). Zajímavé je zjištění, že obě křivky nabývají „netradičních“ tvarů a není možné je přirovnat k žádné předdefinované funkci rozložení pravděpodobnosti. Graf ukazuje, že je dosaženo dvou nejvyšších četností výnosu ve výši přibližně 25% a 80%. Zajímavá je relativně nízká hodnota výnosu (znamenající malý počet scénářů) dosahujícího zisku v hodnotě okolo 50%. Zajímavá je pravá strana osy

výnosů, kdy můžeme spatřit výskyt fat tails (označení pro těžké konce), které potvrzují výskyt extrémních kladných hodnot dosaženého výnosu. Současně je zajímavé zjištění, že fat tails se nachází pouze na straně výnosů a nikoliv na straně ztráty. Tvar křivky PDF potvrzuje hodnotu šikmosti a dokazuje, že průměrné očekávané výnosy jsou svou četností zešikmeny doprava od své střední hodnoty směrem k vyšším výnosům. Tento fakt je pro investora pozitivní, protože mu dává vyšší pravděpodobnost dosažení lepších výsledků, než kdyby byly výnosy zešikmeny rovnoměrně.

Z pohledu vysoké hodnoty průměrného očekávaného výnosu, stejně jako velké převahy ziskových scénářů a zešikmení výnosů směrem doprava, lze doporučit tento indikátor k použití.

3.5.1.2 Indikátor MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

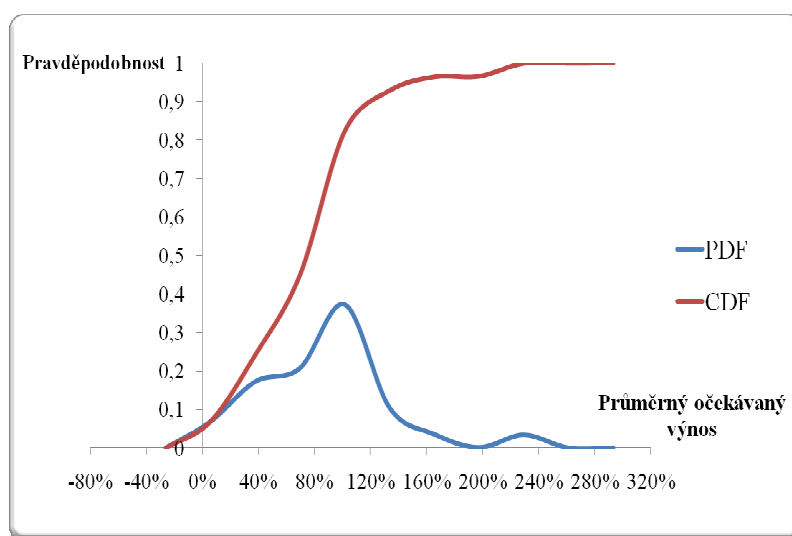
Postup výpočtu je naprosto stejný jako v případě indikátoru EMA s opt. Optimální parametr exp. klouzavého průměru OPT1 je hledán z intervalu <2;30> s krokem 2 a OPT2 je hledán z intervalu <10;110> s krokem 5. Parametr OPT1 svým intervalem volen tak, by představoval krátkodobý exp. klouzavý průměr, který vystihuje (představuje) krátkodobé trendy a OPT2 je volen tak, aby představoval dlouhodobé trendy.

Z tabulky v příloze č. 5 vyplývá, že optimální parametry, při kterých je dosaženo maximálního průměrného očekávaného výnosu, jsou 30 a 65 (λ dosahuje 6,45% resp. 3,03%). Tyto procentní podíly jsou opět relativně malé a mnohem větší váhu přikládají minulým hodnotám kurzu akcií či indexů. Tabulka také vyjadřuje skutečnost, že i tento indikátor při volbě parametrů blízko optimálních parametrů je relativně málo citlivý na přesné nastavení parametrů, protože u všech 10 nejlepších výsledků se průměrný očekávaný výnos pohybuje okolo 71-72%, průměrný počet obchodů se pohybuje okolo 1-2 obchodů a hodnoty OPT1 se pohybují v relativně úzkém intervalu <26;30> a parametr OPT2 v intervalu <65;90>.

Průměrný očekávaný výnos	71,85%
1. percentil	-11,95%
5. percentil	4,44%
Minimální hodnota výnosů	-26,03%

Maximální hodnota výnosů	293,13%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	46,28%
Šikmost	0,8831
Počet ziskových scénářů	9 648
Počet ztrátových scénářů	352
Průměrný počet uskutečněných obchodů	2,56

Tabulka 3.6 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh



Obrázek 3.8 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Průměrný očekávaný výsledek dosahuje vysoké hodnoty 71,85% při průměrně 2,56 obchodech na jeden scénář. Zajímavé výsledky poskytují hodnoty minimálních a maximálních hodnot výnosů, kdy nejhoršího výsledku dosáhl scénář se ztrátou 26,03% a nejvýnosnější scénář dosáhl výnosu 293,13%, tedy hodnota maximálního potenciálního výnosu řádově přesahuje hodnoty maximální potencionální ztráty. Toto potvrzuje mimo jiné i hodnota šikmosti, která s hodnotou 0,8831 potvrzuje zešikmení výnosů směrem doprava. Z pohledu počtu ziskových a ztrátových obchodů vidíme, že z celkového množství dosahuje 9 648 scénářů zisku a pouze 352 scénářů dosahuje ztrátu, což nám dává velmi malou pravděpodobnost dosažení ztráty. Navíc dosažená maximální potencionální ztráta je relativně malá. Graf potvrzuje dosažené výsledky, křivka PDF ukazuje, že největší četností výnosů scénářů je dosaženo přibližně na úrovni výnosu 100%, stejně jako lze vidět výskyt fat tails v oblasti výnosů na úrovni přibližně 230%.

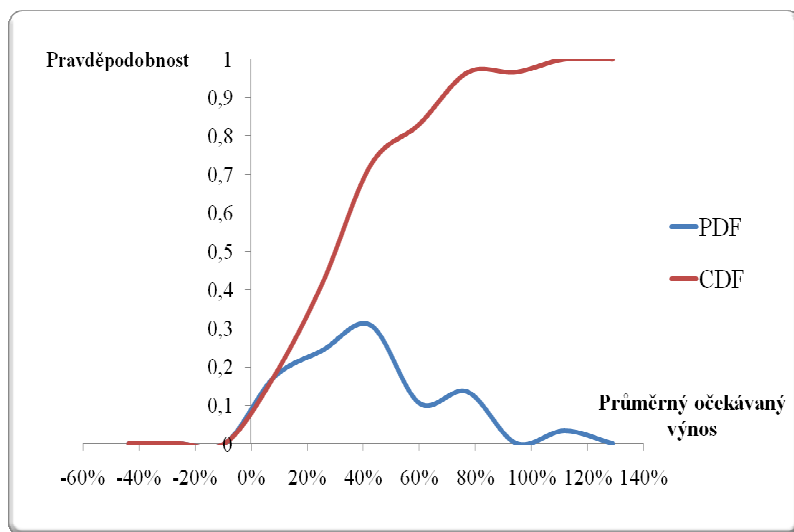
Hodnota 1. percentilu ve výši -11,95% znamená, že s pravděpodobností 1% bude ztráta vyšší nebo rovna 11,95%, nebo také z druhého úhlu pohledu to znamená, že s pravděpodobností 99% bude ztráta menší nebo rovna 11,95%. Hodnota 5. percentilu 4,44% znamená, že s 5% pravděpodobností bude zisk menší nebo roven 4,44%, nebo také s pravděpodobností 95% bude zisk větší nebo roven 4,44%. Čím vyšší dosahují oba percentily výnosu, tím je tato skutečnost pro investora lepší, protože mu zajišťují vyšší výnos při použití indikátoru. Na základě těchto výsledků je výhodné použít tento indikátor, protože dosahuje řádově lepších výnosů, než odpovídá alternativní investici a dosahuje lepších výsledků než indikátor EMA s opt.

3.5.1.3 Indikátor MACD s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Optimální parametr je hledán z intervalu <2;50> s krokem 1. Z tabulky v příloze č. 6 vidíme, že optimální parametr dosahuje hodnoty 28 ($\lambda = 6,9\%$), kdy průměrně dojde ke 12 obchodům s průměrným očekávaným výnosem ve výši 32,91%. Vidíme také, že 10 nejlepších parametrů se nachází v intervalu úzkém intervalu od 27 do 42, kdy rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším výnosem pouhé 1% a průměrný počet obchodů se liší jen minimálně. Lze tedy spatřit relativní malou citlivost výsledků na přesné nastavení opt. parametrů. Znovu vidíme, že použití vysokých hodnot parametru (malé hodnoty λ) vede k nejlepším výsledkům a použití nízké hodnoty parametru (vysoké hodnoty λ) vede k nejhorším výsledkům. Všechny parametry, s výjimkou parametru 2, dosahují výnosu vyššího než alternativní investice.

Průměrný očekávaný výnos	32,59%
1. percentil	-0,15%
5. percentil	0,52%
Minimální hodnota výnosů	-43,74%
Maximální hodnota výnosů	129,00%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	24,58%
Šikmost	1,0470
Počet ziskových scénářů	9 616
Počet ztrátových scénářů	384
Průměrný počet uskutečněných obchodů	12,11

Tabulka 3.7 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh



Obrázek 3.9 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Scénář s nejhorším výsledkem dosahuje ztráty 43,74%, scénář s nejlepším výsledkem dosahuje hodnoty výnosu ve výši 129% a průměrný počet obchodů činí 12,11%. Hodnota šikmosti, současně s grafem, ukazuje, že křivka hustota pravděpodobnosti výnosů je zešikmená doprava od své střední hodnoty. Zajímavá je hodnota počtu ziskových scénářů, kdy velká většina, přesně 9 616 scénářů, je ziskových a pouze 384 scénářů je ztrátových, což nám dává velmi malou pravděpodobnost toho, že výsledek našeho obchodování bude ztrátový. Z grafu vyplývá výskyt fat tails v oblasti výnosu okolo 110% a zajímavost, že fat tails se vyskytují pouze v oblasti výnosů, ale nikoliv v oblasti ztrát. Tento fakt je pozitivní, protože dává možnost dosáhnout extrémních hodnot výnosů, současně ale jen malé ztráty bez extrémních hodnot ztrát. Hodnota percentilů naznačuje, že s pravděpodobností 95% bude zisk větší nebo roven 0,52% a s pravděpodobností 99% bude ztráta menší nebo rovna 0,15%. Z těchto výsledků vyplývá, že je výhodné používat tento indikátor i když dosahuje horších výsledků než předchozí indikátory.

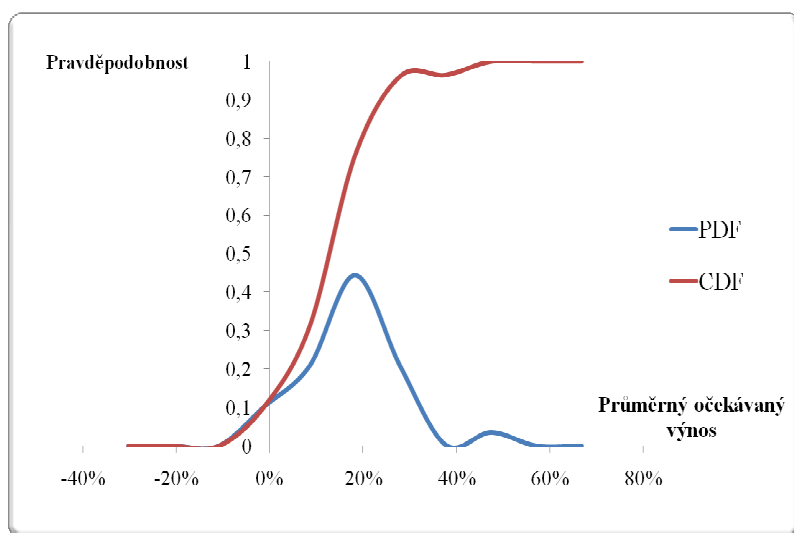
3.5.1.4 Indikátor RSI s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Optimální parametr je hledán z intervalu $\langle 2; 50 \rangle$ s krokem 1. Z tabulce v příloze č. 7 vidíme, že nejlepší parametr dosahuje hodnoty 8, což znamená použití 8-mi dnů pro výpočet prostého klouzavého průměru, které jsou použity k výpočtu hodnot $U(n)$ a $D(n)$ resp. indikátoru RSI s opt. Tento parametr dosahuje průměrného očekávaného výnosu ve

výši 13,32% s průměrně 3 obchody za 500 obchodních dnů. Znovu vidíme relativní malou citlivost indikátoru na přesné nastavení optimálního parametru, protože výsledky průměrného očekávaného výnosu s parametry v intervalu <6;9> jsou velmi podobné. Obecně řečeno použití nízkých hodnot parametru vede k nejlepším výsledkům a použitím vysokých hodnot parametru vede k nejhorším výsledkům s minimem obchodů. Z pohledu nejhorších výsledků je zajímavé, že při parametru 2 dochází průměrně k 24 obchodům a je dosaženo průměrného očekávaného výnosu ve výši -0,78% a při hodnotě 32 až 35 nedochází k žádnému obchodu a investor obdrží výnos ve výši kreditního úroku z počátečního kapitálu.

Průměrný očekávaný výnos	13,32%
1. percentil	-4,45%
5. percentil	-4,21%
Minimální hodnota výnosů	-30,27%
Maximální hodnota výnosů	66,74%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	10,44%
Šikmost	0,8578
Počet ziskových scénářů	8 960
Počet ztrátových scénářů	1 040
Průměrný počet uskutečněných obchodů	3,13

Tabulka 3.8 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh



Obrázek 3.10 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Výsledek nejhoršího scénáře je ztráta ve výši 30,27% a nejlepší výsledek scénáře je zisk 66,74%, kladná hodnota šikmosti ukazuje opět na zešikmení funkce hustoty pravděpodobnosti výnosů směrem doprava. Dobrých hodnot dosahuje také hodnota ziskových scénářů, kdy 8 960 scénářů z celkových 10 000 je ziskových a pouze 1 040 scénářů dosahuje ztráty. Tyto hodnoty ukazují investorovi, že s pravděpodobností ve výši 89,6% budou jeho výsledky ziskové. Graf ukazuje, že opět v pravé části vodorovné osy lze najít fat tails, tedy extrémní hodnoty výnosů v oblasti přibližně 50% s maximální četností výnosu přibližně 20% s četností zhruba 45%. Tyto údaje znamenají, že 45% ze všech scénářů byly se ziskem přibližně 20%. Znovu pozorujeme výskyt fat tails v pravé části grafu. Dosažené výsledky indikátoru dosahují lepších hodnot než alternativní investice a z tohoto důvodu je výhodné použít tento indikátor.

3.5.1.5 Shrnutí rostoucího trhu s LONG pozicemi

V této části práce budou shrnuty výsledky všech zvolených indikátorů a výsledky budou srovnávány mezi sebou i ve srovnání s alternativní investicí.

Indikátor EMA s opt. vykazuje nejlepší výsledky při nastavení parametru na hodnotu 98 ($\lambda = 2,02\%$). Obecně se dá tedy říct, že je preferována velmi malá váha nejnovějších hodnot. Indikátor je obecně relativně málo citlivý na přesné nastavení optimálního parametru. Velmi nízký parametr (vysoká hodnota λ) vede ke k nejhorším výsledkům spojenými s velmi vysokým počtem obchodů a celkově výsledkem obchodování je ztráta. Maximální hodnota průměrného očekávaného výnosu je na úrovni 58,89%, což výrazně převyšuje hodnotu výnosu alternativní investice. Nejhoršího výsledku dosáhl scénář se ztrátou 33,83% a nejlepších výsledků dosáhl scénář se ziskem 234,33%, navíc hodnota výnosů je zešikmena na stranu výnosů. Z celkového množství scénářů dosahuje 9 294 obchodů zisku a pouze 706 scénářů dosahuje ztráty, průměrný počet obchodů připadající na jeden scénář je 7. Vzhledem k těmto výsledkům lze obecně tento indikátor doporučit pro použití investorem, protože generuje vysoký průměrný očekávaný výnos a současně drtivá většina všech scénářů dosahuje zisku.

Indikátor MACrossover s opt. obsahuje vzhledem ke své konstrukci 2 optimalizační parametry, optimální parametry jsou na hodnotách 30 resp. 65 denního klouzavého průměru. ($\lambda = 6,45\%$ resp. $3,03\%$). Je zřejmé, že nejlepších výsledků dosahuje při malé

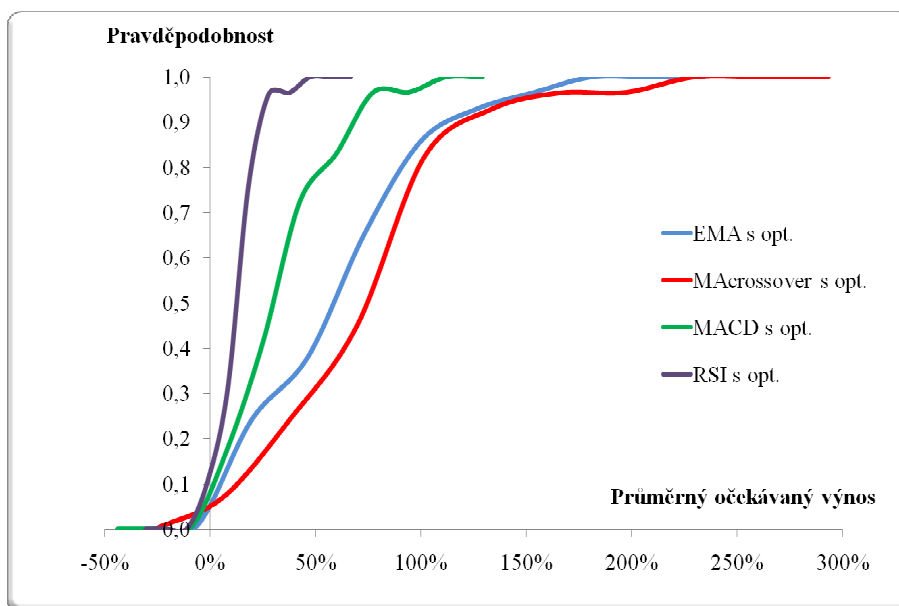
váze přikládané nejnovějším hodnotám a zároveň dochází k malému počtu obchodů (průměrně 2 obchody na scénář). Průměrný očekávaný výnos nejlepšího parametru se pohybuje na úrovni 72,84%, tedy je výrazně vyšší výnos alternativní investice a vyšší než výnos indikátoru EMA s opt.. 96,48% všech scénářů bylo ziskových s nejvyšším ziskem 293,13% a 352 scénářů bylo ztrátových s nejvyšší ztrátou ve výši 26,03%. Vzhledem k výsledkům lze tento indikátor doporučit pro použití investorem, protože dosahuje vysoký průměrný výnos a malou pravděpodobnost ztrátových obchodů.

Indikátor MACD s opt. dosahuje při nejlepšímu parametru 28 ($\lambda = 6,9\%$) průměrného očekávaného výnosu ve výši 32,91% při průměrném počtu obchodů 12. Obecně tedy opět velmi malá procentní váha nejnovějších hodnot vede k nejlepším výsledkům a použití vysokých procentních vah pro nejnovější hodnoty akciového kurzu vede k nejhorším výsledkům. Zde je zajímavá situace, kdy ani nejhorší výsledek při parametru hodnoty 2 nevykazuje ztrátu. 9 616 scénářů bylo ziskových s nejvyšším ziskem 129%, 384 obchodů bylo ztrátových s nejvyšší ztrátou 43,74%. Vzhledem k těmto výsledkům lze tento indikátor doporučit k použití investorem, výsledky tohoto indikátoru však nepatří k nejlepším ze zvolených indikátorů.

Indikátor RSI s opt., s optimálním parametrem ve výši 8 (dnů), dosáhl relativně malého průměrného očekávaného výnosu ve výši 13,32%. Použití vysokých hodnot jako parametru vede obecně k nejhorším výsledkům, kdy je dosaženo buď malé ztráty, nebo není obchodováno vůbec (indikátor negeneruje žádné obchodní signály). Výnosem jsou pak jen kreditní úroky za dva roky. Indikátor je relativně málo citlivý na nastavení hodnot optimálního parametru. 8 960 scénářů dosáhlo zisku s nejvyšším ziskem ve výši 66,74% a 1 040 scénářů dosáhlo ztráty s nejvyšší ztrátou 30,27%. Celkový průměrný počet obchodů činí 3 obchody na jeden scénář. Z pohledu tohoto výsledku lze doporučit použití tohoto indikátoru pro investora, ale je nutné upozornit, že tento indikátor dosahuje výsledků, které jsou horší než zbylé zvolené indikátory.

Indikátory	Průměrný očekávaný výnos	1. percentil	5. percentil
EMA s opt.	58,75%	-2,51%	-0,81%
MACrossover s opt.	71,85%	-11,95%	4,44%
MACD s opt.	32,59%	-0,15%	0,52%
RSI s opt.	13,32%	-4,45%	-4,21%

Tabulka 3.9 Shrnutí výsledků zvolených indikátorů pro rostoucí trh s LONG pozicemi



Obrázek 3.11 Graf rozdělení pravděpodobností indikátorů s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Budeme-li hodnotit indikátory z pohledu dosažených výsledků, tak z pohledu **průměrného očekávaného výnosu** dosahuje nejvyššího výnosu indikátor **MACrossover s opt. (71,85%)**, následně **EMA s opt. (58,75%)**, **MACD s opt. (32,59%)** a na posledním místě indikátor **RSI s opt. (13,32%)**.

Tučně jsou označeny indikátory, kde byl výnos vyšší než alternativní investice. Důležitý je fakt, že všechny indikátory dosáhly výnosu a dosažené výnosy jsou vyšší než hodnota výnosu alternativní investice. Nejvyšší výnos dosahuje 71,85%, což je ve srovnání s výnosem alternativní investice výborná hodnota. Z tohoto pohledu lze doporučit všechny indikátory k použití, nejvýnosnějším indikátorem je MACrossover s opt.

Z pohledu hodnoty **1. percentilu** dosahuje nejlepšího výsledku MACD s opt. (-0,15%), následně EMA s opt. (-2,51%), RSI s opt. (-4,45%) a posledně MACrossover s opt. (-11,95%).

Z interpretace percentilů vyplývá, že na hladině pravděpodobnosti 99% bude dosažená nejmenší ztráta, která bude menší nebo rovna 0,15%, u indikátoru MACD s opt. Tato hodnota je menší, než je výnos alternativní investice a proto při rozhodovacím kritériu

1. percentilu má přednost alternativní investice, protože nejhorší ztráta při optimálním parametru je větší, než výnos alternativní investice.

Z pohledu hodnoty **5. percentilu** dosahuje nejlepšího výsledku MACrossover s opt. (4,44%), následně MACD s opt. (0,52%), dále EMA s opt. (-0,81%) a na posledním místě indikátor RSI s opt. (-4,21%).

Na dané hladině pravděpodobnosti 95% percentilu vidíme, že nejlepších výsledků dosahuje indikátor MACrossover s opt., ovšem hodnota zisků může být menší, než výnos alternativní investice a proto při rozhodovacím kritériu hodnoty 5. percentilu je lepší zvolit alternativní investici. Zajímavé zjištění je u indikátoru MACrossover s opt., kdy tento indikátor dosahuje nejvyššího průměrného očekávaného výnosu stejně jako nejvyšší hodnoty 5. percentilu, ale hodnotou 1. percentilu dosahuje nejhorších hodnot, takže při hodnocení pouze kritériem 1. percentilu, bychom mohli zvolit jiný indikátor, než který dosahuje skutečně nejvyšších hodnot průměrného očekávaného výnosu.

3.5.2 Postranní trh s LONG pozicemi

Jako představitel postranního trhu slouží akciový index PX. U tohoto indexu je třeba si uvědomit, že do tohoto indexu nejde přímo investovat (pomineme-li zde existenci finančních derivátů, které v omezení míře a za jistých okolností dovolují provádět investování do finančních instrumentů, u kterých je podkladovým aktivem index PX). Zvolený index PX zde stojí jen jako zdroj časové řady uzavíracích kurzů, která slouží k odhadnutí parametru časové řady a typu náhodného vývoje, potřebného k simulaci hodnot akciového kurzu do budoucna. Z tohoto důvodu budeme na index PX nahlížet jako na akciový titul, do kterého lze přímo investovat.

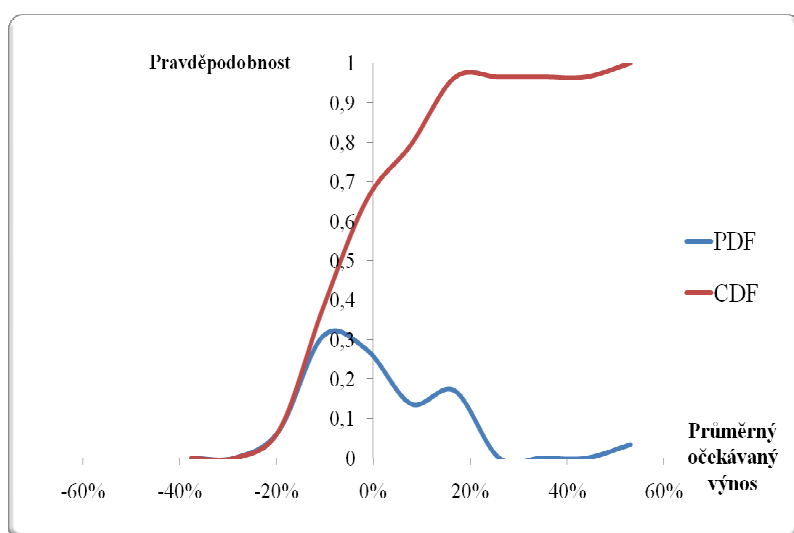
3.5.2.1 Indikátor EMA s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Postup výpočtů i interpretace jsou zde naprosto stejné, jako u indikátoru EMA s opt. pro rostoucí trh, proto následující komentáře budou stručnější, se zaměřením na podstatné informace a hodnoty. Z tabulky v příloze č. 8 vidíme, že výsledný optimální parametr dosahuje vysoké hodnoty 143 ($\lambda = 1,39\%$) s průměrným očekávaným výnos ve výši -4,15% při průměrně 9 obchodech. Z tabulky vidíme opět relativně malou citlivost výsledků indikátoru na přesné nastavení parametru. Obecně tedy můžeme konstatovat, že použitím

nízké hodnoty λ dostáváme nejlepší výsledky a naopak použitím vysokých hodnot λ dostáváme stabilně nejhorší výsledky. Musíme si ale uvědomit, že všechny dosažené výsledky jsou záporné, všechny parametry tedy generují ztrátu.

Průměrný očekávaný výnos	-4,21%
1. percentil	-25,36%
5. percentil	-24,98%
Minimální hodnota výnosů	-37,52%
Maximální hodnota výnosů	53,21%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	15,79%
Šikmost	1,5294
Počet ziskových scénářů	3 443
Počet ztrátových scénářů	6 557
Průměrný počet uskutečněných obchodů	9,05

Tabulka 3.10 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh



Obrázek 3.12 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Z detailních výsledků vidíme, že došlo k záporným výsledkům současně ve všech třech sledovaných kritériích, přesto vysoká kladná hodnota šikmosti ukazuje na zešikmení výnosů směrem doprava. 3 443 scénářů dosáhlo zisku, kdy nejvyšší zisk byl 53,21%, 6 557 scénářů dosáhlo ztráty, kdy nejvyšší ztráta dosáhla 37,52%. Vidíme také relativně větší množství obchodů, které bylo uskutečněno. Křivka PDF potvrzuje, že velké množství scénářů bylo ztrátových a nejvyšší četnosti bylo dosaženo pro ztrátu ve výši přibližně 8%

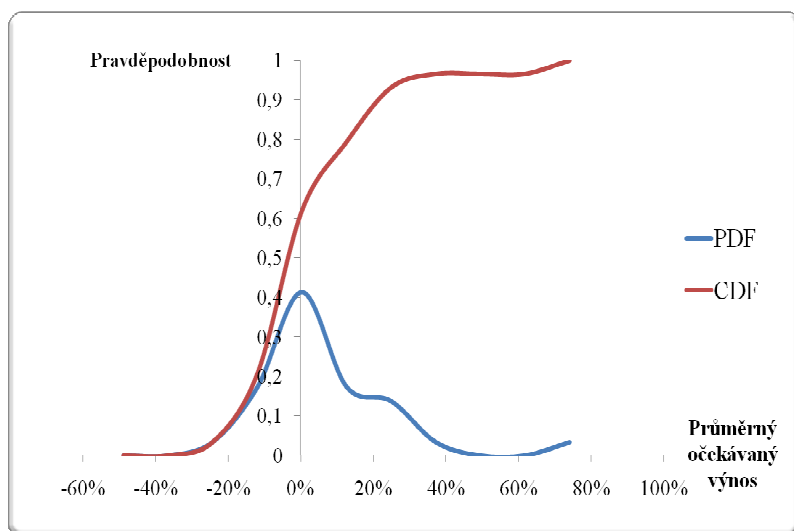
s pravděpodobností 33%, opět vidíme fat tails pouze v pravé části osy výnosů. Vzhledem k dosaženým výsledkům výnosu nelze doporučit použití tohoto indikátoru, protože výsledky jsou horší než v případě výnosu alternativní investice.

3.5.2.2 Indikátor MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Z tabulky v příloze č. 9 vidíme, že optimální parametry nabývají hodnot 14 resp. 40 (procentní váhy 13,33% resp. 4,88%), průměrný očekávaný výnos dosahuje hodnoty 0,55% s průměrně 6-ti obchody na jeden scénář. Hodnota výnosu je velmi nízká a je nižší než hodnota výnosu alternativní investice. Z druhé části tabulky lze odvodit, že použitím obou parametrů s velmi nízkými hodnotami parametru (vysoké hodnoty λ) vede k velkému počtu obchodů a obecně ke ztrátě.

Průměrný očekávaný výnos	0,66%
1. percentil	-26,64%
5. percentil	-22,99%
Minimální hodnota výnosů	-48,73%
Maximální hodnota výnosů	74,15%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	19,01%
Šikmost	1,8591
Počet ziskových scénářů	4 141
Počet ztrátových scénářů	5 859
Průměrný počet uskutečněných obchodů	6,68

Tabulka 3.11 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh



Obrázek 3.13 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

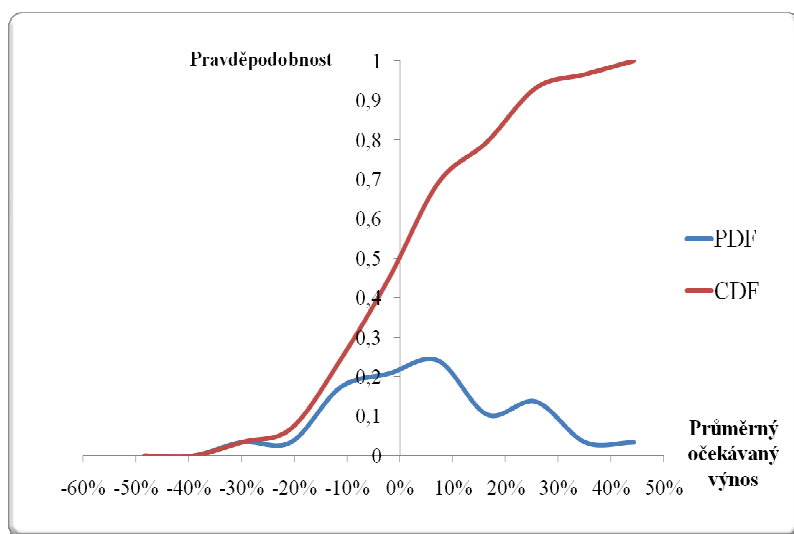
Detailní výsledky ukazují průměrně 6,68 obchodů s průměrným očekávaným výnosem ve výši 0,66%. 4 141 scénářů bylo ziskových s maximálním ziskem 74,15% a 5 859 scénářů bylo ztrátových s maximální ztrátou ve výši 48,73%. Obě hodnoty percentilů jsou záporné a hodnota průměrného očekávaného výnosu je nižší než alternativní investice. Hodnota šikmosti současně s grafem dokládá, že křivka PDF je zešikmena směrem doprava (směrem k vyšším výnosům). Graf dokládá zajímavost, že zhruba 43% ze všech scénářů dosáhlo výnosů okolo 0%. Znovu se potvrdilo, že fat tails se nachází pouze na straně zisků, ale ne na straně ztrát. Na základě těchto výsledků nelze doporučit tento indikátor investorovi k použití, protože dosahuje horších výsledků než výnos alternativní investice.

3.5.2.3 Indikátor MACD s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Z tabulky v příloze č. 10 je patrné, že parametr λ spouštěcí linie indikátoru MACD s opt. nabývá hodnoty 5,26%. Tato hodnota je velmi podobná hodnotám minulých indikátorů v postranním i rostoucím trhu. Při zhruba 10 průměrných obchodech je dosaženo průměrného očekávaného výnosu na úrovni 0,05%. Z tabulky dále vidíme, že tato hodnota výnosu je jediná hodnota, kdy bylo dosaženo zisku, zbytek parametrů dosáhl ztráty. I nejlepší dosažený výsledek je však pod hodnotou alternativní investice. Znovu vidíme relativní malou citlivost parametrů indikátoru na nastavení optimálního parametru. Z druhé části tabulky vidíme, že užitím nízké hodnoty parametru dostáváme relativně velkou ztrátu a velký průměrný počet obchodů.

Průměrný očekávaný výnos	0,0193%
1. percentil	-31,12%
5. percentil	-22,78%
Minimální hodnota výnosů	-48,39%
Maximální hodnota výnosů	44,30%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	16,55%
Šikmost	0,3393
Počet ziskových scénářů	4 471
Počet ztrátových scénářů	5 529
Průměrný počet uskutečněných obchodů	10,94

Tabulka 3.12 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh



Obrázek 3.14 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Z detailních výsledků vidíme, že došlo průměrně k 10,94 obchodům na jeden scénář s průměrným očekávaným výnosem ve výši 0,02%. Obě hodnoty percentilů dosáhly záporných hodnot. Opět, jako v minulých případech, je tato hodnota výnosu menší než 0% nebo je nižší, než výnos alternativní investice, a proto by investor neměl používat tento indikátor a použít jiný indikátor, nebo investovat do alternativní investice. Z celkového množství bylo 4 471 scénářů ziskových s maximálním ziskem ve výši 44,30% a 5 529 scénářů bylo ztrátových s nejvyšší ztrátou 48,39%. Kladná hodnota šikmosti, stejně jako křivka PDF, dokazují, že hodnoty výnosů jsou zešikmeny směrem doprava. Tento jev souvisí s největší pravděpodobností s příkazem Maximum Loss ve výši 10%, který je ve všech indikátorech aktivován a který slouží k ochraně před výraznější ztrátou. Znovu vidíme výskyt fat tails v pravé části grafu potvrzující výskyt extrémních hodnot zisku, na rozdíl od předchozích indikátorů lze fat tails pozorovat i na straně ztráty. Vzhledem k dosaženým výsledkům nelze doporučit použití tohoto indikátorů.

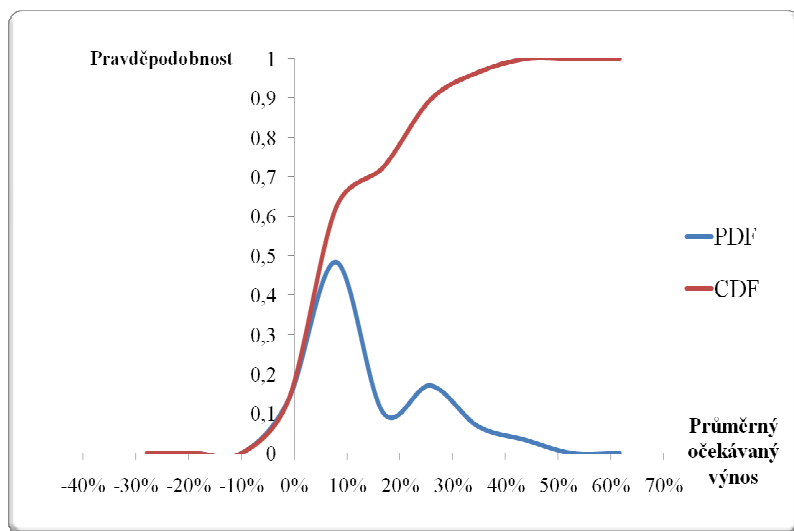
3.5.2.4 Indikátor RSI s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Z tabulky v příloze č. 11 je zřejmé, že použití 24 denního prostého klouzavého průměru vede k nejlepším výsledkům, použijeme-li však parametry z blízkého okolí optimálního

parametru, dostaneme velmi podobné výsledky průměrného očekávaného výnosu i průměrného počtu obchodů. Hodnota 0 u průměrného počtu obchodů u optimálního parametru je dána nepřesností zaokrouhlování MetaStocku na celá čísla a je patrné, že k určitému množství obchodů muselo dojít. Z druhé části tabulky můžeme pozorovat, že použití nízké hodnoty prostého klouzavého průměru vede k velkému množství uskutečněných obchodů a dosažení velké výsledné ztráty. Podobné výsledky jsme dostali i u předcházejících indikátorů.

Průměrný očekávaný výnos	9,33%
1. percentil	-7,94%
5. percentil	-7,64%
Minimální hodnota výnosů	-27,85%
Maximální hodnota výnosů	61,56%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	11,38%
Šikmost	0,6677
Počet ziskových scénářů	8 623
Počet ztrátových scénářů	1 377
Průměrný počet uskutečněných obchodů	0,78

Tabulka 3.13 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh



Obrázek 3.15 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

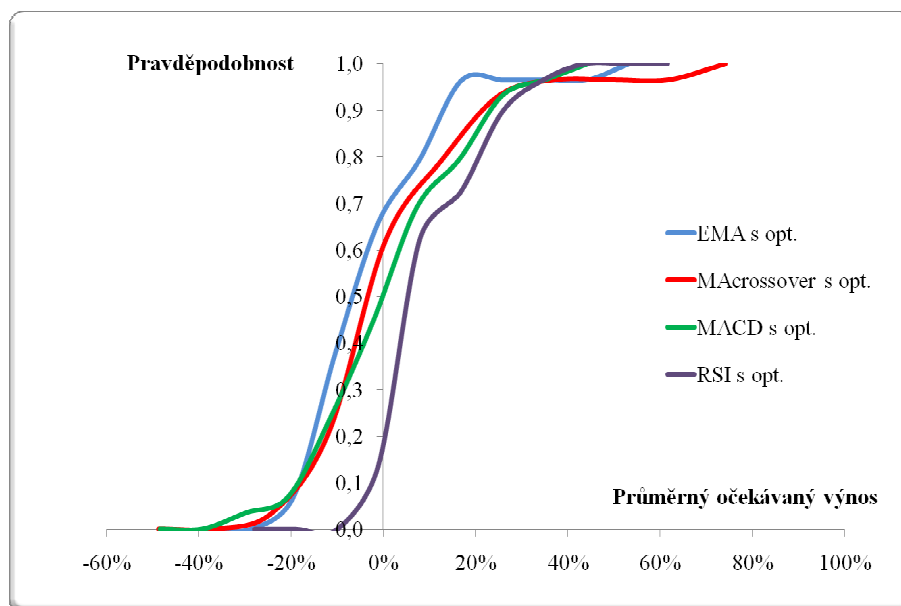
Průměrný očekávaný výnos dosáhl hodnoty 9,33% s průměrně 0,78 obchody na jeden scénář. Obě hodnoty percentilů dosáhli velmi podobné záporné hodnoty. Z celkového

množství bylo 8 623 scénářů ziskových s maximálním ziskem 61,56% a 1 377 obchodů bylo ztrátových s maximální ztrátou 27,85%. I u tohoto indikátoru vidíme, že hodnota šikmosti je kladná, tedy výnosy jsou zešikmeny směrem k vyšším výnosům, vidíme také mnohem větší maximální výnos, než je maximální ztráta. Tento údaj také potvrzuje množství ziskových scénářů proti scénářům ztrátových, který je jednoznačně ve prospěch ziskových obchodů. Z grafu resp. z křivky PDF lze zjistit zajímavost, že k nejvyšší četnosti dochází při výnosu přibližně 9%, kterých dosáhla skoro polovina všech simulovaných scénářů. Stejně zajímavý je velký pokles četnosti v oblasti výnosu na úrovni 20% a následné zvýšení četnosti v oblasti výnosu okolo hodnoty 27%. Vzhledem k dosaženým výsledkům výnosu i počtů ziskových proti ztrátovým obchodům, můžeme indikátor doporučit investorovi k použití. Průměrný očekávaný výnos je u všech indikátorů bez zahrnutí daně z kapitálových výnosů, tedy je důležité aby investor zvážil, zda je vzhledem k jeho postoji k riziku výhodnější používat tento indikátor s určitou nemalou mírou rizika a relativně malém výnosu, nebo investovat do alternativní investice, kde je zajištěn skoro bezrizikový výnos ve výši přibližně 2,5% p.a. po zdanění.

3.5.2.5 Shrnutí postranního trhu s LONG pozicemi

Indikátory	Průměrný očekávaný výnos	1. percentil	5. percentil
EMA s opt.	-4,216225%	-25,36%	-24,98%
MAcrossover s opt.	0,663204%	-26,64%	-22,99%
MACD s opt.	0,019298%	-31,12%	-22,78%
RSI s opt.	9,335863%	-7,94%	-7,64%

Tabulka 3.14 Shrnutí výsledky indikátorů pro postranní trh s LONG pozicemi



Obrázek 3.16 Graf rozdělení pravděpodobností indikátorů s LONG pozicemi pro postranní trh

Budeme-li hodnotit indikátory z pohledu dosažených výsledků, pak z pohledu **průměrného očekávaného výnosu** dosahuje nejvyššího výnosu indikátor **RSI s opt. (9,33%)**, dále MACrossover s opt. (0,66%), MACD s opt. (0,02%) a indikátor EMA s opt. (-4,21%).

Nejlepších výsledků dosáhl indikátor RSI s opt., který také jako jediný indikátor dosáhl vyššího výnosu než alternativní investice a proto jediným indikátorem, použitelným pro postranní trh s LONG pozicemi, tak zůstává indikátor RSI s opt. s optimálním parametrem ve výši 24.

Z pohledu hodnoty **1. percentilu** dosahuje nejlepšího výsledku RSI s opt. (-7,94%), EMA s opt. (-25,36%), MACrossover s opt. (-26,64%) a indikátor MACD s opt. (-31,12%).

Všechny hodnoty jsou záporné, a proto není při uplatnění kritéria hodnoty 1. percentilu výhodné indikátory použít.

Z pohledu hodnoty **5. percentilu** dosahuje nejlepšího výsledku RSI s optimalizací (-7,64%), MACD s optimalizací (-22,78%), MACrossover s optimalizací (-22,99%) a indikátor EMA s optimalizací (-24,98%)

Zde jsou výsledky velmi podobné, kdy všechny indikátory dosáhly ztráty i při svém nejlepším parametru. Zajímavé zjištění je u ukazatele RSI s opt., kdy tento indikátor dosahuje nejvyššího průměrného očekávaného výnosu ve všech třech sledovaných kritériích současně, ovšem pouze u průměrného očekávaného výnosu dosahuje jako jediný indikátor kladného výnosu.

Na základě výsledků můžeme prohlásit, že obecně pro postranní trh s přípustnými pouze LONG pozicemi vede použití zvolených indikátorů ke špatným výsledkům, kdy pouze indikátor RSI s opt. dosáhl vyššího výnosu. Pro daný typ trhu s přípustnými LONG pozicemi můžeme doporučit použití pouze indikátoru RSI s opt.

3.5.3 Postranní trh s LONG i SHORT pozicemi

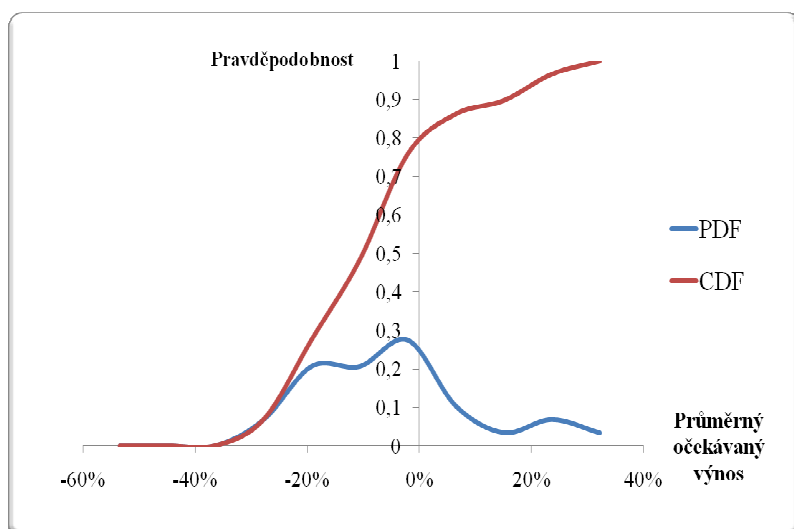
Pro tento typ trhu platí stejný postup výpočtu indikátorů a stejná pravidla, s výjimkou přípustných pozic, které jsou zde přípustné typu LONG i SHORT. Postranní trh se může vyvíjet (a často se tak vyvíjí) tak, že jsou střídány velmi krátké období rostoucího a klesajícího trhu, které ale z delšího časového intervalu vykazují postranní trend. Z tohoto důvodu zde byly pro testování povoleny oba typy pozic.

3.5.3.1 Indikátor EMA s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Z tabulky v příloze č. 12 vidíme, že optimální parametr 137 ($\lambda = 1,45\%$) dosahuje ztráty ve výši 8,98%. Obecně můžeme prohlásit, že u tohoto typu trhu a indikátoru vede použití nízké hodnoty λ k nejlepším výsledkům, ale vždy je dosaženo ztráty. Znovu se potvrzuje, že velmi malá hodnota parametru (velmi vysoká λ) vede k nejhorším výsledkům.

Průměrný očekávaný výnos	-9,02%
1. percentil	-34,57
5. percentil	-29,81
Minimální hodnota výnosů	-53,44%
Maximální hodnota výnosů	32,21%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	14,24%
Šikmost	0,8195
Počet ziskových scénářů	2 068
Počet ztrátových scénářů	7 932
Průměrný počet uskutečněných obchodů	20,18

Tabulka 3.15 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru EMA s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh



Obrázek 3.17 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru EMA s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Hodnota průměrného očekávaného výnosu je záporná (ztráta 9,02%), stejně i obě hodnoty percentilů dosáhly ztráty. 2 068 scénářů dosáhlo zisku s maximálním ziskem ve výši 32,21% a 7 932 scénářů dosáhlo ztráty v hodnotě 53,44%. Křivka PDF je, jako u většiny indikátorů, zešíkmena doprava od své střední hodnoty a průměrně bylo dosaženo 20,18 obchodů na jeden scénář. Z pohledu dosažených negativních výsledků nelze doporučit tento indikátor k použití.

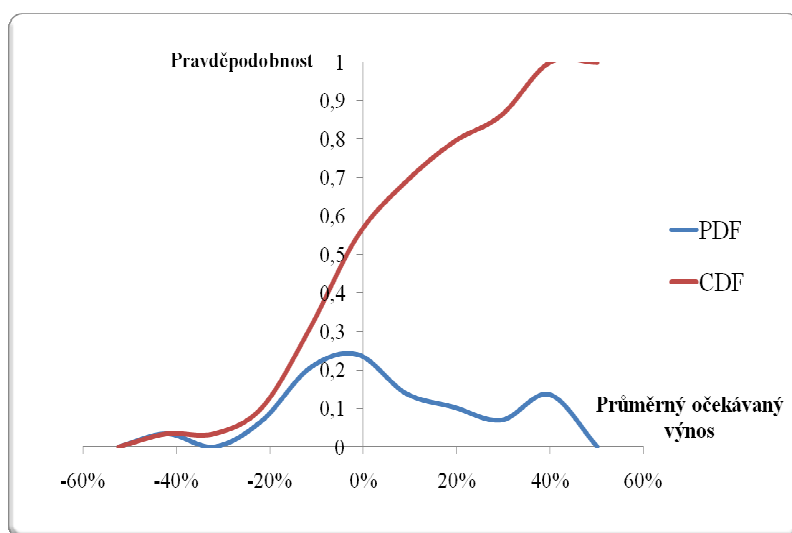
3.5.3.2 Indikátor MACrossover s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Z tabulky v příloze č. 13 vidíme, že i nejlepší parametry 30 resp. 25 ($\lambda = 6,45\%$ resp. $7,69\%$) dosahuje výnosu horšího ($0,10\%$ při průměrně 16 obchodech), než je výnos alternativní investice. Obecně jde vysledovat, že použitím nízkých hodnot λ pro oba parametry dosahujeme nejlepších výsledků, kdy pouze jedna kombinace parametrů dosahuje výnosu ($0,10\%$) a naopak.

Průměrný očekávaný výnos	0,11%
1. percentil	-45,45
5. percentil	-29,64
Minimální hodnota výnosů	-52,38%
Maximální hodnota výnosů	50,18%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	20,50%

Šikmost	0,0880
Počet ziskových scénářů	4 157
Počet ztrátových scénářů	5 843
Průměrný počet uskutečněných obchodů	16,23

Tabulka 3.16 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACrossover s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh



Obrázek 3.18 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACrossover s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Z tabulky detailních výsledků tabulky vidíme relativně špatné výsledky, v podobě velmi nízkého průměrného očekávaného výnosu 0,10%, který je nižší než výnos alternativní investice. Dále vidíme záporné obě hodnoty percentilů, necelá polovina všech scénářů dosáhla zisku s maximálním ziskem 50,18% a větší polovina všech scénářů dosáhla ztráty s maximální ztrátou 52,38%. Malá kladná hodnota šikmosti a průměrně 16,23 obchody na scénář také nejsou pozitivní hodnoty

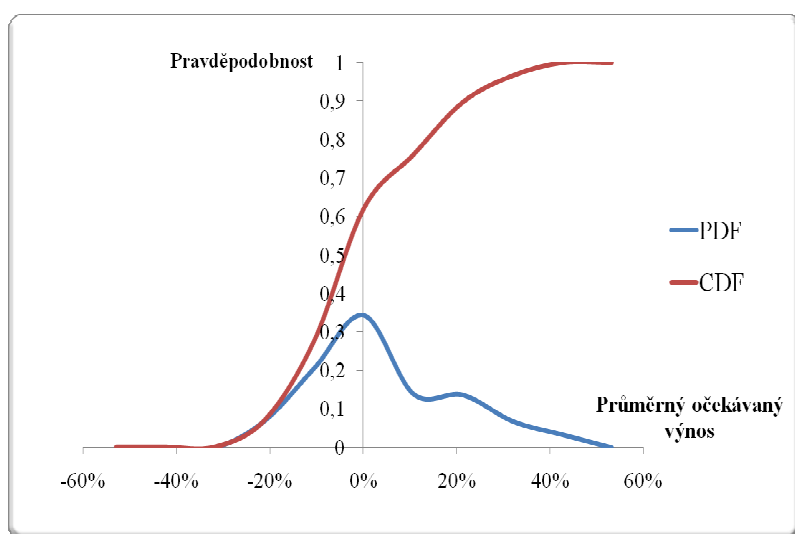
Zajímavé údaje nám poskytuje tvar křivky PDF, kdy vidíme, že nejvyšší četnosti (24%) je dosaženo na hodnotě výnosů okolo hodnoty -4%. Na obou stranách osy výnosů vidíme výskyt extrémních hodnot, zejména v pravé části osy výnosů vidíme výrazně těžké konce, svědčící o velkém množství scénářů s vysokým dosaženým výnosem. Tato informace je pro investora velmi pozitivní. Z pohledu těchto výsledků nelze doporučit tento indikátor k použití, protože dosahuje nepřesvědčivých výsledků, které jsou horší, než výnosy alternativní investice.

3.5.3.3 Indikátor MACD s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Z tabulky v příloze č. 14 vidíme špatné výsledky, podobně jako u předchozích indikátorů, pro tento typ trhu. Použití malých hodnot λ (optimální hodnota λ 5,71%) vede k nejlepším výsledkům při relativně velkém množství obchodů. Průměrný očekávaný výnos nejlepšího parametru je záporný, je tedy dosaženo ztráty u všech scénářů. Stejně jako u ostatních indikátorů použití vysoké hodnoty λ vede k nejhorším výsledkům, s velkou dosaženou ztrátou a velkým množstvím obchodů.

Průměrný očekávaný výnos	-0,67%
1. percentil	-28,66%
5. percentil	-23,59%
Minimální hodnota výnosů	-52,93%
Maximální hodnota výnosů	53,20%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	15,46%
Šikmost	0,3838
Počet ziskových scénářů	3 789
Počet ztrátových scénářů	6 211
Průměrný počet uskutečněných obchodů	22,53

Tabulka 3.17 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACD s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh



Obrázek 3.19 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACD s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Tento indikátor dosáhl ztráty ve výši 0,67%, obě hodnoty percentilů jsou záporné a proto investorovi použitím tohoto indikátoru hrozí ztráta vyšší než hodnota průměrné ztráty. Další negativní skutečností je fakt, že 3 789 scénářů dosáhlo zisku s maximální hodnotou zisku ve výši 53,20% a 6 211 scénářů dosáhlo ztráty s maximální ztrátou 52,93%. Zajímavá je hodnota maximální ztráty (52,93%), která znamená, že pokud by investor použil tento indikátor a vývoj akciového kurzu se vyvíjel stejně jako u konkrétního scénáře, který dosáhl této ztráty, tak by investor za dva roky přišel o přibližně o polovinu svého počátečního kapitálu.

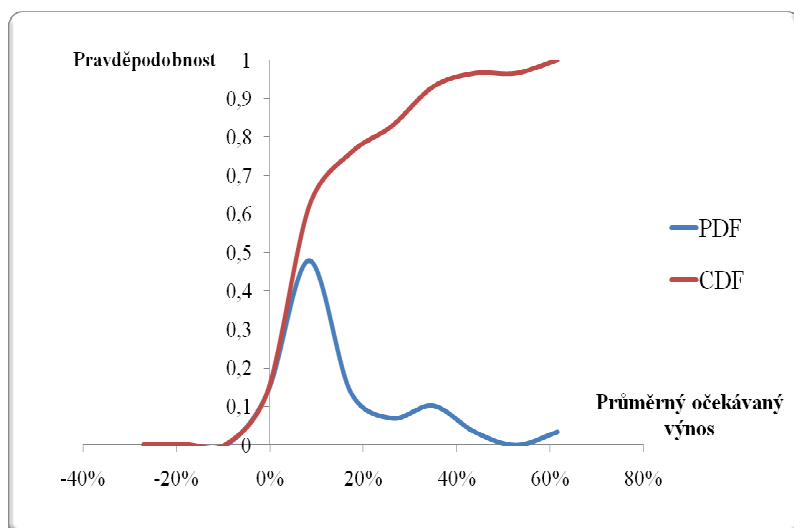
Z grafu je patrné zešikmení křivky PDF směrem doprava od své střední hodnoty a vysokou četnost (přibližně 35%) pro úzký interval výnosu z okolí přibližně 0%. Z pohledu dosažených výsledků, kdy nejlepší parametr dosáhl ztráty a většina všech scénářů skončila i s optimálním parametrem ve ztrátě, nedoporučujeme použití tohoto indikátoru pro použití.

3.5.3.4 Indikátor RSI s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Z tabulky v příloze č. 15 vidíme podobné hodnoty, jako stejný indikátor v případě postranního trhu a LONG pozic. Optimální parametr dosahuje hodnoty 24, obecně nejlepší výsledky dosahují parametrů v okolí hodnoty 22. Při použití optimálního parametru dochází průměrně ke 2 obchodům a průměrný očekávaný výnos dosahuje hodnoty 11,08% za období dvou let. Velmi nízké hodnoty parametru vedou opět k nejhorším výsledkům.

Průměrný očekávaný výnos	11,08%
1. percentil	-7,64%
5. percentil	-7,11%
Minimální hodnota výnosů	-27,04%
Maximální hodnota výnosů	61,55%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	13,68%
Šikmost	1,2910
Počet ziskových scénářů	8 597
Počet ztrátových scénářů	1 403
Průměrný počet uskutečněných obchodů	2,02

Tabulka 3.18 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru RSI s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh



Obrázek 3.20 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru RSI s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Použitím optimálního parametru 24 bylo dosaženo výnosu ve výši 11,08%, obě hodnoty percentilů dosáhly záporných hodnot. Pozitivní hodnoty ukazuje vysoká hodnota šikmosti, 8 597 scénářů bylo ziskových s maximálním ziskem ve výši 61,55% a „pouze“ 1 403 scénářů dosáhlo ztráty s maximální ztrátou 27,04%. Z tohoto pohledu je použití indikátoru investorem možné, protože indikátor při svém optimálním parametru dosahuje zisku vyššího, než je výnos alternativní investice. Současně také 85,97% všech scénářů dosáhlo zisku. Z pohledu největší ztráty proti nejvyššímu zisku vyplývá, že investor „riskuje“ nepoměrně malou ztrátu ve srovnání s potencionálním nejvyšším ziskem.

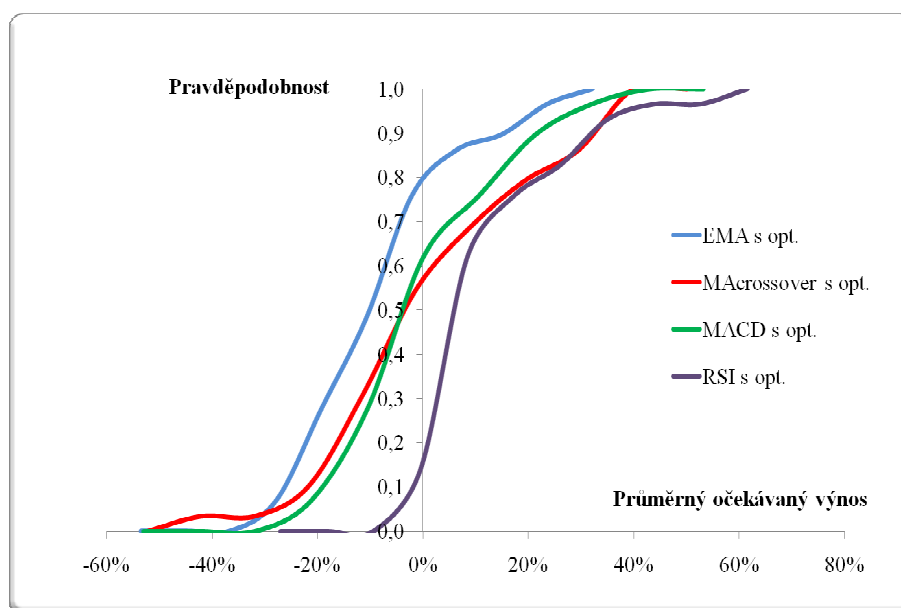
Z grafu vidíme vysokou četnost (47%) pro oblast výnosů na úrovni 8% a také, že je jen malá část této křivky v oblasti ztráty, což potvrzuje, že jenom malá část scénářů dosáhla ztráty. Na pravé straně osy výnosů navíc vidíme výskyt extrémních hodnot, což dává investorovi možnost, v případně pozitivního vývoje, dosáhnout (ovšem s relativně malou pravděpodobností) velkého výnosu. Z dosažených výsledků doporučujeme tento indikátor k použití, ovšem je na důkladném zvážení, zda za určitých situací není lepší investovat do alternativní investice.

3.5.3.5 Shrnutí postranního trhu s LONG i SHORT pozicemi

Indikátory	Průměrný očekávaný výnos	1. percentil	5. percentil
EMA s opt.	-9,02%	-34,57%	-29,81%
MACrossover s opt.	0,11%	-45,45%	-29,64%

MACD s opt.	-0,67%	-28,66%	-23,59%
RSI s opt.	11,08%	-7,64%	-7,11%

Tabulka 3.19 Shrnutí výsledky indikátorů pro postranní trh s LONG i SHORT pozicemi



Obrázek 3.21 Graf rozdělení pravděpodobností indikátorů s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Budeme-li hodnotit indikátory z pohledu dosaženého **průměrného očekávaného výnosu**, pak nejlepšího výsledku dosahuje indikátor **RSI s opt. (11,08%)**, dále indikátor MACrossover s opt. (0,11%), MACD s opt. (-0,67%) a nejhoršího výsledku dosáhl indikátor EMA s opt. (-9,02%).

Pouze indikátor RSI s opt. dosahuje vyššího výnosu, než alternativní investice, proto při kritériu průměrného očekávaného výnosu je jediným indikátorem, který je výhodné použít. Zbylé indikátory dosahují nižšího výnosu než alternativní investice.

Při hodnocení z pohledu hodnoty **1. percentilu** dosahuje nejlepšího výsledku RSI s opt. (-0,64%), následně MACD s opt. (-28,66%), dále EMA s opt. (-34,57%) a nejhoršího výsledku dosáhl indikátor MACrossover s opt. (-45,45%).

Všechny indikátory na hladině 1. percentilu dosahují ztrát. Není tedy vhodné tyto indikátory při tomto kritériu používat.

Z pohledu kritéria hodnoty **5. percentilu** dosahuje nejlepšího výsledku RSI s opt. (-7,11%), následně MACD s opt. (-23,59%), dále MACrossover s opt. (-29,64%) a na posledním místě indikátor EMA s opt. (-29,81%).

Z dosažených výsledků vyplývá, že indikátor RSI s opt. dosahuje u všech tří sledovaných kritérií nejlepších hodnot. Tato skutečnost potvrzuje platnost tvrzení, že oscilátory (RSI s opt, MACD s opt.) obecně fungují mnohem lépe a spolehlivěji na trhu bez trendu, než trendové indikátory. Stejně jako u minulých shrnutí i zde platí, že v této hodnotě zisku není zahrnuta daň z kapitálových výnosů, stejně jako zde není zahrnut debetní úrok placený z titulu SHORT operací. Tyto dodatečné náklady snižují výnos, který se tak snadno může dostat pod hodnotu výnosu u alternativní investice. Navíc je nutné vzít v úvahu, že obchodování s akciami je obecně velmi rizikové, na rozdíl od alternativní investice. Dále je třeba si uvědomit, že obchodování se SHORT pozicemi je výrazně rizikovější, než obchodování s LONG pozicemi především díky tomu, že při SHORT pozicích obchodujeme s vypůjčeným kapitálem, za který ručíme v plné výši a musíme z tohoto vypůjčeného majetku platit relativně vysoké debetní úroky.

Z pohledu na graf vyplývá, že křivka CDF indikátoru RSI s opt. dosahuje na různých hladinách pravděpodobnosti dosahuje nejvyšších výnosů ze všech zvolených indikátorů. V první části křivky CDF indikátoru RSI s opt. vidíme, že tato křivka dosahuje výrazně lepších hodnot, než zbývající indikátory, které se výsledky velmi přibližují k sobě navzájem. V druhé části křivky už dochází k většímu „srovnání“ výsledků se zbylými indikátory. Tento fakt je způsoben tím, že u indikátoru RSI s optimalizací bylo málo scénářů ztrátových (pouze zhruba 14%) a také tím, že maximální hodnota zisku výrazně převyšuje maximální hodnotu ztráty.

Dosažené výsledky ukazují, že na postranním trhu dosahují mnohem lepších výsledků oscilátory, než použité trendové indikátory. Podle všech 3 zvolených kritérií dosahuje nejlepších výsledků indikátor RSI s opt. Hodnota průměrného očekávaného výnosu je u tohoto indikátoru vyšší než hodnota výnosu alternativní investice a proto je výhodné tento indikátor použít. Tento fakt zároveň potvrzuje, že i na postranním trhu (trendu) lze dosáhnout relativně slušného výnosu použitím vhodného indikátoru ze skupiny oscilátorů s přípustnými LONG i SHORT pozicemi.

3.5.4 Klesající trh se SHORT pozicemi

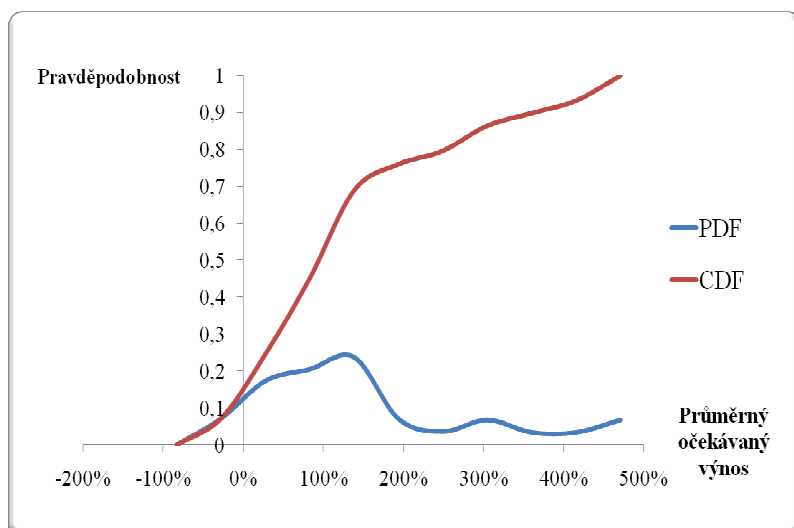
Výpočty indikátorů proběhly zcela stejným způsobem, pouze byly použity simulované scénáře pro klesající trh a byly povoleny pouze SHORT pozice.

3.5.4.1 Indikátor EMA s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Z tabulky v příloze č. 16 můžeme vidět, že tento indikátor dosahuje velmi dobrých výsledků při užití nízké hodnoty λ , kdy při hodnotě parametru 38 ($\lambda = 5,13\%$) bylo dosaženo průměrného očekávaného výnosu ve výši 126,12%. Zajímavé, a nezvykle vysoké hodnoty, dosáhl ukazatel průměrného počtu obchodů, který dosáhl hodnoty 32. Dále vidíme potvrzení vlastností exp. klouzavého průměru, kdy použití nízkých hodnot λ vede k nejlepším výsledkům a opačně. Velmi vysoká hodnota výnosu dokazuje, že i přes vysoké náklady v podobě transakčních poplatků, které by jsme museli při tomto množství obchodů zaplatit, zůstává tento indikátor ziskový a současně dosahuje jedné z nejvyšších hodnot výnosů zatím dosažených.

Průměrný očekávaný výnos	124,70%
1. percentil	-69,41%
5. percentil	-44,44%
Minimální hodnota výnosů	-82,66%
Maximální hodnota výnosů	470,85%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	133,84%
Šikmost	0,8966
Počet ziskových scénářů	8 246
Počet ztrátových scénářů	1 754
Průměrný počet uskutečněných obchodů	33,10

Tabulka 3.20 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru EMA s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh



Obrázek 3.22 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru EMA s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Z tabulky detailních výsledků vidíme velmi zajímavé výsledky, kdy bylo dosaženo velmi vysokého průměrného očekávaného výnosu ve výši 124,70%, ale současně obě hodnoty percentilů jsou záporné. Tedy s pravděpodobností 95% bude ztráta menší nebo rovna 44,44% a s pravděpodobností 99% bude ztráta menší nebo rovna 69,41%. Následují další zajímavé hodnoty, kdy 8 246 scénářů dosáhlo zisku s maximálním ziskem ve výši 470,85% a „jen“ 1 754 scénářů dosáhlo ztráty s maximální ztrátou ve výši 82,66%. Je nutné si uvědomit, že investor v závislosti na podmínkách může dosáhnout velmi rozdílných výsledků. Při nejpesimističtějších scénářích investor může dosáhnout během dvou let ztrátu až 82,66% všech svých vložených prostředků, ale na druhé straně při neoptimističtějších scénářích umožňuje investorovi dosáhnout během dvou let enormních zisků až do výše 470,85%. Z pohledu těchto hodnot je pro investora pozitivní fakt toho, že maximální výnos mnohonásobně převyšuje maximální hodnotu ztráty. Z tabulky dále vidíme vysokou hodnotu výběrové směrodatné odchylky (133,84%), která, společně s hodnotami minimálního a maximálního dosaženého výnosu, svědčí o velké volatilitě, a tím i rizikovosti, výnosů. Velkou volatilitu výnosu pozorujeme i z grafu, kde vidíme velké „roztažení“ křivky PDF a také vidíme u této křivky velké zešíkmení doprava a vysoké hodnoty četností enormních výnosů v pravé části osy výnosů. Velmi vysoké hodnoty maximálního dosaženého výnosu dávají investorovi možnost dosáhnout vysokého výnosu (470,85%), ale při nepříznivém vývoji může dosáhnout velmi vysoké ztráty (82,66%). Tato velká nejistota je znakem velkého rizika spojeného s použitím tohoto

indikátoru. Hodnoty průměrného očekávaného výnosu, společně s podílem ziskových a ztrátových obchodů, jsou velmi dobré a indikátor dosahuje velmi dobrých výsledků.

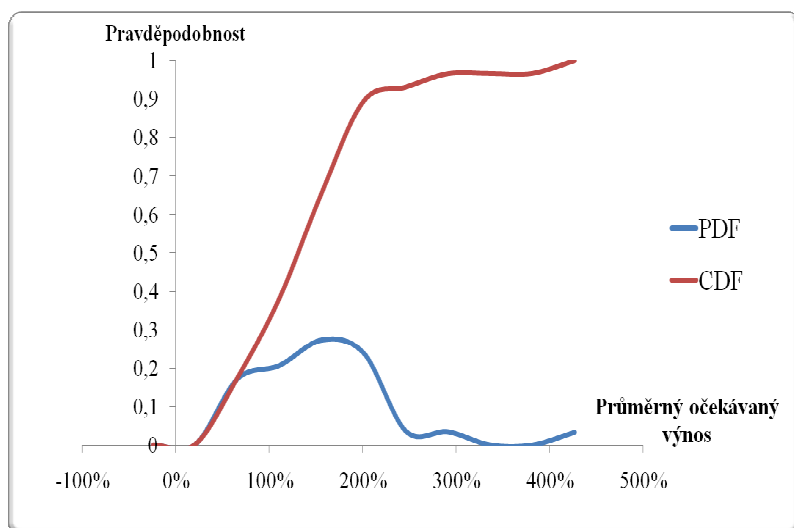
Z pohledu těchto výsledků je výhodné použití tohoto indikátoru, ale je nutné přihlédnout k vysoké potencionální maximální ztrátě i k velké volatilitě výnosů.

3.5.4.2 Indikátor MACrossover s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Z tabulky v příloze č. 17 vidíme, že nejlepších výsledků dochází s parametry 8 resp. 10 ($\lambda = 22,22\%$ resp. $18,18\%$), kdy dochází průměrně ke 12 obchodům a dosáhli jsme poměrně vysokého průměrného očekávaného výnosu ve výši 138,44%. Tato hodnota výnosu je vyšší, než v případě indikátoru EMA s opt. a zároveň při použití tohoto indikátoru snížíme transakční náklady (ve srovnání s indikátorem EMA s opt.), kvůli menšímu množství provedených obchodů. Vidíme zde zajímavou situaci, kdy nejlepších výsledků dosahuje parametr s malými hodnotami (vysoké hodnoty λ) a nejhorších výsledků dosahují vysoké hodnoty parametrů (malé hodnoty λ), tedy přesně naopak, než tomu bylo u předchozích typů trhů a indikátorů. Všechny parametry dosáhly výnosu, kdy i parametr s nejhorším výsledkem dosáhl hodnoty výnosu 19,16% za dobu dvou let, což je výrazně nad hodnotou výnosu alternativní investice.

Průměrný očekávaný výnos	137,86%
1. percentil	32,93%
5. percentil	42,97%
Minimální hodnota výnosů	-24,37%
Maximální hodnota výnosů	427,00%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	78,40%
Šikmost	1,6478
Počet ziskových scénářů	9 992
Počet ztrátových scénářů	8
Průměrný počet uskutečněných obchodů	12,24

Tabulka 3.21 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACrossover s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh



Obrázek 3.23 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACrossover s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Tento indikátor dosáhl velmi podobného výsledku jako indikátor EMA s opt., kdy bylo dosaženo relativně vysokého průměrného očekávaného výnosu 137,86%, obě hodnoty percentilů jsou kladné, proto na hladině pravděpodobnosti 95% resp. 99% bude dosažený zisk větší nebo roven 42,97% resp. 32,93%. Hodnota šikmosti s vysokou kladnou hodnotou 1,64 ukazuje na velké zešikmení křivky PDF směrem doprava, výborných hodnot je dosaženo při sledování počtu ziskových proti ztrátovým obchodům, kdy jen 8 scénářů z celkového množství dosáhlo ztráty ve výši 24,37%. Naproti tomu 9 992 scénářů dosáhlo zisku s maximální hodnotou zisku na úrovni 427,40%. Tyto hodnoty jsou pro investora velmi pozitivní a dávají velmi malou pravděpodobnost ztráty, kdy ztráta je navíc relativně malá. Současně na druhé straně dávají investorovi vysokou pravděpodobnost dosáhnout zisku, kdy maximální hodnota zisku je enormní ve srovnání s alternativní investicí. Pro velmi dobré výsledky, které jsou lepší než v případě indikátoru EMA s opt., lze doporučit použití tohoto indikátoru.

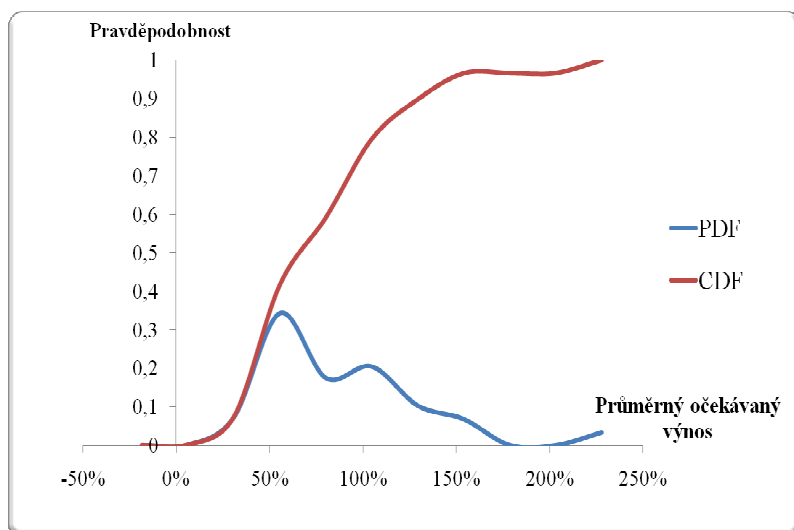
Tyto hodnoty dokazují to, že na klesajícím trhu s použitím SHORT pozic a použitím odpovídajícího indikátoru, může investor dosáhnout vysokého výnosu.

3.5.4.3 Indikátor MACD s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Z tabulky v příloze č. 18 můžeme vidět, že opt. parametr 30 ($\lambda = 6,45\%$) dosahuje hodnoty průměrného očekávaného výnosu 76,20%, s průměrně 10 obchody.

Průměrný očekávaný výnos	75,52%
1. percentil	20,99%
5. percentil	26,49%
Minimální hodnota výnosů	-18,17%
Maximální hodnota výnosů	227,92%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	43,57%
Šikmost	1,4464
Počet ziskových scénářů	9 988
Počet ztrátových scénářů	12
Průměrný počet uskutečněných obchodů	10,11

Tabulka 3.22 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACD s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh



Obrázek 3.24 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACD s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Z detailních výsledků vidíme vysoký průměrný očekávaný výnos (75,52%), společně s vysokou kladnou hodnotou šikmosti a vysokou hodnotou průměrného počtu obchodů. Velmi dobrých výsledků bylo dosaženo při sledování počtu ziskových proti ztrátovým obchodům, kdy 9 988 scénářů dosáhlo zisku s maximálním ziskem ve výši 227,92% a jen 12 scénářů dosáhlo ztráty s maximální ztrátou ve výši 18,17%. Tyto hodnoty jsou pro investora velmi pozitivní a dávají mu velmi vysokou pravděpodobnost dosáhnutí zisku, kdy potenciální nejvyšší zisk dosahuje hodnoty 227,92%. Graf potvrzuje situaci, která již byla popsána v minulém odstavci, stejně jako v minulé kapitole, kdy vidíme výrazné zešikmení křivky PDF směrem doprava a současně výskyt extrémních hodnot výnosů.

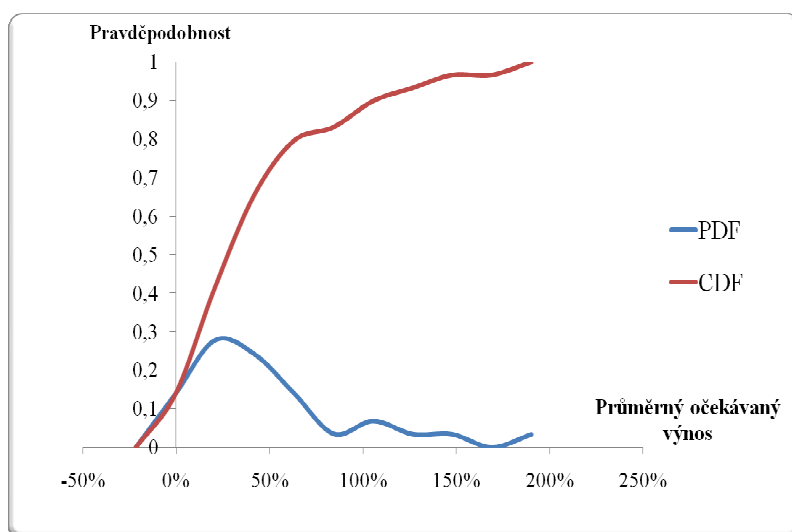
Na základě výsledků lze doporučit tento indikátor k použití s vědomím, že nedosahuje takových výsledků jako indikátor EMA s opt. nebo MACrossover s opt.

3.5.4.4 Indikátor RSI s optimalizací se SHORT pozicemi pro klesající trh

Z tabulky v příloze č. 19 vyplývají zajímavé výsledky, kdy nejlepších výsledků, pro klesající trh se SHORT pozicemi, dosahuje nízká hodnota parametrů (3) prostého klouzavého průměru a opačně, vysoké hodnoty parametru vede k nejhorším výsledkům. Zajímavá je skutečnost, že i nejhorší výsledky parametru 28 jsou lepší, než hodnota výnosu alternativní investice. Z této situace lze odvodit obecné pravidlo, že pro klesající trh se SHORT pozicemi je výhodnější volit nižší hodnoty optimálního parametru.

Průměrný očekávaný výnos	40,78%
1. percentil	-10,32%
5. percentil	-9,08%
Minimální hodnota výnosů	-21,63%
Maximální hodnota výnosů	190,16%
Výběrová směrodatná odchylka výnosů	44,43%
Šikmost	1,5872
Počet ziskových scénářů	8 618
Počet ztrátových scénářů	1 382
Průměrný počet uskutečněných obchodů	18,02

Tabulka 3.23 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru RSI s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh



Obrázek 3.25 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru RSI s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

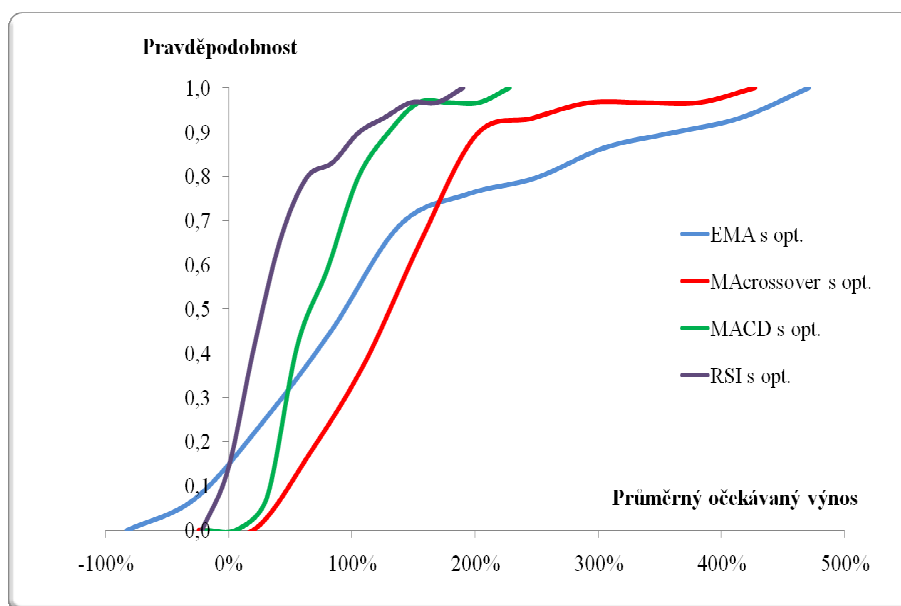
Z tabulky vidíme podobné výsledky jako u předchozích indikátorů, kdy dosahujeme vysoké hodnoty průměrného očekávaného výnosu (40,78%). Obě hodnoty percentilů jsou záporné, což znamená, že s pravděpodobností 95% resp 99% bude ztráta menší nebo rovna 9,08% resp. 10,32%. Dále vidíme velký průměrný počet obchodů (18,02), 8 618 scénářů dosáhlo zisku s maximální hodnotou zisku ve výši 190,16% a 1 382 scénářů dosáhlo ztráty s maximální ztrátou ve výši 21,63%. Všechny tyto údaje jsou pro investora pozitivní. Výsledky v grafické formě potvrzují výše uvedené výsledky, kdy vidíme velmi malou část scénářů se ztrátami, vidíme relativní vysokou četnost výskytu výnosu v hodnotě okolo 26% a vidíme výrazné zešikmení křivky PDF směrem doprava na ose výnosů společně s výskytem extrémních hodnot výnosů.

Z těchto výsledků lze tento indikátor doporučit pro použití investorem. Je však třeba si uvědomit, že z pohledu průměrného očekávaného výnosu, nebo z pohledu ziskových proti ztrátovým obchodům, nedosahuje tento indikátor lepších výsledků než indikátory EMA s opt., MACrossover s opt. nebo MACD s opt.

3.5.4.5 Shrnutí klesajícího trhu se SHORT pozicemi

Indikátory	Průměrný očekávaný výnos	1. percentil	5. percentil
EMA s opt.	124,70%	-69,41%	-44,44%
MACrossover s opt.	137,86%	32,93%	42,97%
MACD s opt.	75,52%	20,99%	26,49%
RSI s opt.	40,78%	-10,32%	-9,08%

Tabulka 3.24 Shrnutí výsledky indikátorů pro klesající trh se SHORT pozicemi



Obrázek 3.26 Graf rozdělení pravděpodobností indikátorů se SHORT pozicemi pro klesající trh

Budeme-li hodnotit indikátory z pohledu dosaženého **průměrného očekávaného výnosu**, dosahuje nejvyššího výnosu indikátor **MACrossover s opt. (137,86%)**, následován indikátorem **EMA s opt. (124,70%)**, dále indikátor **MACD s opt. (75,52%)** a indikátor **RSI s opt. (40,78%)**.

Velmi pozitivní pro investora je fakt, že všechny indikátory dosahují velmi vysokých výnosů a dokazují, že i při klesajícím trhu lze dosáhnout vysokého výnosu použitím trendových indikátorů i oscilátorů. Všechny uvedené hodnoty jsou bez zahrnutí daně z kapitálových výnosů a bez debetních nákladů, které plynou z principu SHORT operací. Zahrnutím těchto nákladů by došlo ke snížení hodnot výnosů, na což je třeba myslet při „převodu“ údajů do reality a srovnávání těchto výsledků s jinými investicemi. Tedy použitelné jsou všechny uvedené indikátory, nejvýnosnější je indikátor MACrossover s opt.

Z pohledu hodnoty **1. percentilu** dosahuje nejlepšího výsledku **MACrossover s optimalizací (32,93%)**, následován indikátorem **MACD s opt. (20,99%)**, dále indikátor **RSI s opt. (-10,32%)**, a nejhoršího výsledku dosáhl indikátor **EMA s opt. (-69,41%)**.

Nejlepšího výnosu znovu dosahuje indikátor **MACrossover s opt. (32,93%)** a následně indikátor **MACD s opt. (20,99%)**, zbytek zvolených indikátorů dosáhl ztráty nebo dosáhl výnosu menšího než výnos alternativní investice. U indikátoru **EMA s opt.** na hodnotě

1. a 5. percentilu je zajímavá situace, protože indikátor EMA s opt., který vykazoval druhou nejlepší hodnotu průměrného očekávaného výnosu, se v hodnocení 1. resp. 5. percentilem propadl na poslední místo (na hladině pravděpodobnosti 95% resp. 99%) se ztrátou menší nebo rovnou 44,44%, resp. 69,41%. Tento výsledek nejspíš plyne z faktu, že u indikátoru EMA s opt. dosahuje 17,54% všech scénářů ztráty, kdy maximální ztráta je vysoká na úrovni (82,66%). Současně na druhé straně u tohoto indikátoru maximální dosažená hodnota zisku (470,85%) způsobí, že indikátor na straně ztrát dosahuje vyšších ztrát než ostatní indikátory a současně na straně vysokých výnosů dosahuje výnosů vyšších, než ostatní indikátory. Podle křivky CDF indikátoru EMA s opt. se dá usuzovat, že je tento indikátor je více rizikový v rozložení výnosů, tedy mají vyšší výběrovou směrodatnou odchylku výnosů, kdy použitím tohoto indikátoru jsme nuceni podstupovat vyšší riziko.

Z pohledu hodnoty **5. percentilu** dosahuje nejlepšího výsledku indikátor **MAcrossover s optimalizací (42,97%)**, následně indikátor **MACD s opt. (26,49%)**, dále RSI s opt. (-9,08%) a nejhoršího výsledku dosáhl indikátor EMA s opt. (-44,44%).

I zde je situace podobná, kdy nejvýnosnější je indikátor MAcrossover s opt. (42,97%) následován s odstupem indikátorem MACD s opt. (26,49%), zbylé indikátory dosáhly výnosu horšího než výnos alternativní investice. I zde nastala situace, kdy indikátor EMA s opt. dosahuje na hodnotě 5. percentilu nejhorší výsledek. Z grafu vyplývá, že křivka CDF indikátoru EMA s opt. má velmi specifický průběh, kdy pokud bychom sledovali hodnotu (například) 80. percentilu, tak nejlepší hodnoty by dosáhl indikátor EMA s opt. Z následujícího grafu lze spatřit velmi důležitou informaci, že u indikátoru MAcrossover s opt. a MACD s opt. nedochází u žádného ze scénářů ke ztrátě, což je pro investora velmi pozitivní informace.

Tyto výsledky jednoznačně dokazují, že pro klesající trh, s přípustnými pouze SHORT pozicemi, vede použití jakéhokoliv ze zvolených indikátorů k dosažení výnosů, které řádově převyšují hodnotu výnosů alternativní investice. Tato situace už neplatí v plném měřítku při kritériu hodnoty 1. a hodnoty 5. percentilu, kde použitelné zůstávají indikátory MAcrossover s opt. a MACD s opt., které dosahují lepšího výnosu než alternativní investice. Dokazuje to, že použitím správných indikátorů lze dosáhnout výnosu i když trh jako celek klesá na hodnotě a dochází k poklesu akciových kurzů.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo posoudit účinnost zvolených technických indikátorů (indikátory EMA s optimalizací, MACrossover s optimalizací, MACD s optimalizací a indikátor RSI s optimalizací) metodou simulace Monte Carlo, v závislosti na vstupních parametrech, přípustných pozicích (long, short pozice) pro zvolené fáze trhu (rostoucí, postranní, klesající). Hodnocenými kritérii byla zvolena hodnota průměrného očekávaného výnosu, hodnota 1. a 5 percentilu a výsledky indikátorů byly srovnávány mezi sebou navzájem i s trhem v podobě alternativní investice. Alternativní investice zde byla představena ve formě úročeného pojištěného vkladu u obchodníka s cennými papíry. K dosažení tohoto cíle byla diplomová práce rozdělena do dvou základní částí – teoretické a praktické. Obě tyto části jsou spolu úzce provázané, v teoretické části byl vytvořen teoretický rámec a základ pro praktickou část. Teoretická část byla rozdělena na dvě hlavní kapitoly.

V první kapitole teoretické části byla obecně vymezena a představena technická analýza jako jedna z možných analýz akciových titulů a akciového trhu. Pozornost byla zaměřena především na její exaktní část v podobě analýzy založené na technických indikátorech. Následně byly detailně popsány zvolené indikátory, uvedeny metody částečné ochrany před nepříznivými výsledky v podobě Stop signálů, popsány specifika a omezení technické analýzy. V poslední části první kapitoly bylo představeno použité programové vybavení.

Druhá kapitola byla věnována simulacím Monte Carlo, kdy byl popsán základní princip této simulace, uveden charakter a typy náhodného vývoje finančních aktiv. Dále byl vysvětlen teoretický základ, druhy náhodných procesů a metody sestavení modelů založených na těchto náhodných procesech. V poslední části druhé kapitoly byly stručně představeny náhodná čísla a alternativní metody stanovení náhodných čísel, v podobě výsledků procesu inverzní transformace.

V praktické části došlo k využití teoretických poznatku z předchozích kapitol, na které bylo navázáno praktickými výpočty a hodnocením výsledků podle zvolených kritérií. Nejprve byly definovány předpoklady a omezení námi použitých modelů. Dále byly zjištěny vstupní data pro jednotlivé fáze trhu a simulovány náhodné scénáře pro každý typ

trhu zvlášť. Pro rostoucí trh byl použit geometrický Brownův proces, pro postranní trh byl použit aritmetický mean-reversion proces a pro klesající trh byl použit geometrický mean-reversion proces. Následně byly aplikovány zvolené indikátory na simulované scénáře, s rozlišením fází trhu, s uvedenými podmínkami a byly zhodnoceny dosažené výsledky podle fází trhu.

V případě rostoucího trhu s long pozicemi došlo k potvrzení základních předpokladu, že nejlepších výsledků budou dosahovat trendové indikátory (indikátor EMA s optimalizací a MACrossover s optimalizací) před oscilátory. Došlo k potvrzení předpokladu, že nízké hodnoty vyrovnávacího parametru λ , u exponenciálního klouzavého průměru, vedou k nejlepším výsledkům, společně s vysokou hodnotou výnosu a nízkým množstvím obchodů a opačně. Všechny zvolené indikátory dosáhly vysoké hodnoty maximálního i průměrného očekávaného výnosu a obecně převládaly ziskové scénáře nad ztrátovými. Dále zajímavým zjištěním bylo, že na straně vysokých výnosů se často vyskytovali fat tails, společně se zešíkmením četnosti výnosů na stranu vyšších výnosů. Oba tyto výsledky jsou pozitivní pro investora. V případě rostoucího trhu je tedy výhodnější použít zvolené indikátory před alternativní investicí, kdy nejvyšší hodnoty průměrného očekávaného výnosu, společně s nejvyšší hodnotou 5. percentilu, bylo dosaženo indikátorem MACrossover s optimalizací. Ten samý indikátor však při pohledu na hodnotu 1. percentilu dosáhl nejhorších výsledků, je tedy nutné nehodnotit výsledky indikátorů pouze podle jednoho kritéria, protože by pak mohlo dojít k volbě špatného indikátoru.

V případě postranního trhu s long pozicemi došlo k potvrzení předpokladu špatných výsledků dosažených trendovými indikátory, kdy oba indikátory dosáhly ztráty. V případě oscilátorů došlo k situaci, kdy oscilátory dosahovaly lepších výsledků než trendové indikátory, ale pouze indikátor RSI s optimalizací svou hodnotou mírně překonal výnos alternativní investice. I u této fáze trhu se velmi často vyskytovaly fat tails v oblasti výnosů a zešíkmení četností výnosů směrem doprava. V případě této fáze trhu bylo také u oscilátorů dosaženo špatného výsledku, kdy jediným použitelným indikátorem z pohledu dosažených výnosů zůstal indikátor RSI s optimalizací, který u všech tří kritérií dosáhl nejlepšího výsledku. Pro nízkou hodnotu výnosů indikátoru RSI s optimalizací záleží na rozhodnutí investora, zda podstoupí vyšší riziko za dodatečný výnos, plynoucí nad rámec výnosu alternativní investice.

V případě postranního trhu s long i short pozicemi je situace velmi podobná jako u postranního trhu s long pozicemi, kdy trendové indikátory dosahují špatné výsledky se ztrátou. Z oscilátorů zůstává použitelný pouze indikátor RSI s optimalizací, u kterého bylo dosaženo vyššího výnosu než u alternativní investice. Tento indikátor dosáhl u všech tří kritérií současně nejlepšího výsledku. Obecně při postranním trhu bylo u oscilátorů dosaženo nejlepších výsledků, ovšem dosažené výsledky nebyly nijak výrazně vyšší, než v případě alternativní investice. Důležité pro investora je učinit rozhodnutí, zda riziko, podstupované nad rámec rizika alternativní investice, je kompenzováno dodatečnou výší výnosu indikátoru RSI s optimalizací.

U klesajícího trhu se short pozicemi bylo dosaženo všemi indikátory velmi dobrých výsledků, podle předpokladu nejlepšího (velmi vysokého) výnosu bylo dosaženo u trendových indikátorů v čele s indikátorem MACrossover s optimalizací. Tento indikátor také dosáhl u všech tří kritérií současně nejlepších výsledků. Oscilátory dosahovaly horších výsledků, ale i tak řádově vyšších výnosů, než alternativní investice. Znovu byl pozorován výskyt fat tails v oblasti výnosů, zešikmení četností směrem k vyšším výnosům. Opět byl potvrzen předpoklad vlastností exponenciálního klouzavého průměru, kdy nejlepších výsledků bylo dosaženo při nízkých hodnotách λ . V případě klesajícího trhu je nejvýhodnější používat indikátor MACrossover s optimalizací s relativně nízkými hodnotami λ a pouze se short pozicemi.

Obecně byl potvrzen předpoklad, že trendové indikátory dosahují nejlepších výsledků na trzích s rostoucím nebo klesajícím trendem. Oscilátory obecně dosahují nejlepších výsledků na postranním trhu. Dále bylo potvrzeno, že klouzavé průměry s krátkou časovou periodou dávají velké množství signálů a opačně. Bylo dokázáno, že v případě rostoucího trhu je velmi výhodné použít indikátor MACrossover s optimalizací s relativně nízkou hodnotou λ a přípustnými pouze long pozicemi. V případě tohoto indikátoru bylo ukázáno, že je nutné při hodnocení výsledků používat současně více kritérií a podle těchto kritérií komplexně posuzovat výsledky. V případě postranního trhu je výhodné použít indikátor RSI s optimalizací s přípustnými pouze long nebo long i short pozicemi, případně místo indikátoru použít alternativní investici. V případě klesajícího trhu je velmi výhodné použít indikátor MACrossover s optimalizací s relativně nízkými hodnotami λ a přípustnými pouze short pozicemi.

Dosaženými výsledky diplomové práce byly potvrzeny mnohé předpoklady, ale ukázaly také zajímavé nové výsledky. Především špatné výsledky oscilátorů při postranním trhu, velmi často se vyskytující fat tails v oblasti pouze výnosů, velmi časté zešíkmení četností výnosů doprava a velmi vysoké hodnoty výnosů indikátoru MAcrossover s optimalizací pro rostoucí a klesající trh.

Jako zajímavý námět, pro rozvinutí a navázání na tuto diplomovou práci, lze spatřit ve zhodnocení citlivosti výsledků indikátorů na rozdílné množství simulovaných scénářů. Tyto výsledky by mohly potvrdit nebo případně vyvrátit, zda je nezbytné použití takto velkého množství simulovaných scénářů či nikoliv. Dalším velmi zajímavým rozvinutím práce by bylo zahrnutí více Stop signálů současně do zvolených indikátorů, nebo kombinování dvou, případně více, indikátorů do jednoho indikátoru, kdy snahou by bylo potlačit negativní vlastnosti obou indikátorů a vyzdvihnout jejich pozitivní vlastnosti.

Seznam použité literatury

Knižní publikace

- [1] DLOUHÝ, M. *Simulace pro ekonomy*. 1. vydání. Praha: Ediční oddělení VŠE Praha, 2001. 126 s. ISBN 80-245-0155-4.
- [2] EDWARDS, R. D.; MAGEE, J.; BASSETTI, W. H. C. *Technical analysis of Stock Trends*. 9. vydání. Boca Raton: Amacom, 2007. 789 s. ISBN 0-8493-3772-0.
- [3] GLASSERMAN, P. *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. 2. vydání. New York: Springer-Verlag Inc., 2004. xiii, 596 s. ISBN 0-387-00451-3.
- [4] POLÁCH, J. a kol. *Kapitálové trhy*. Ostrava: Audit Morava s. r. o., 2002. 367 s. ISBN 80-278-0134.
- [5] PRING, M. J. *Technical analysis explained*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1991. xiii, 521 s. ISBN 0-07-051042-3.
- [6] REJNUŠ, O. *Teorie a praxe obchodování s cennými papíry*. 1. vydání. Praha: Computer Press, 2003. 257 s. ISBN 80-7226-571-7.
- [7] VÍŠKOVÁ, H. *Technická analýza akcií*. 1. vydání. Praha: HZ, 1997. 119 s. ISBN 80-86009-13-0.
- [8] ZMEŠKAL, Z. a kol. *Finanční modely*. 2. vydání. Praha: Ekopress, s.r.o., 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.

Internetové stránky

- [9] *TradingSystems.eu* . Dostupné na World Wide Web: <<http://systemy.etrading.cz/systemy/vzdelavani/monte-carlo.html>>.
- [10] *Akcie.cz*. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.akcie.cz>>.
- [11] *Historie akciových kurzů*. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.akcie.cz/kurzy.php>>.
- [12] *Finančník*. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.financnik.cz>>.
- [13] *Burza cenných papírů Praha, a. s.* Dostupné na World Wide Web: <<http://www.pse.cz>>.
- [14] Dostupné na World Wide Web: <<http://www.puc-rio.br/marco.ind/>>.

- [15] Dostupné na World Wide Web:
< <http://www.puc-rio.br/marco.ind/revers.html#mean-rev>>.
- [16] Dostupné na World Wide Web:
<http://www.puc-rio.br/marco.ind/sim_stoc_proc.html>.
- [17] Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.puc-rio.br/marco.ind/stochast.html#gbm>>.

Seznam zkratek a symbolů

EMA	exponenciální klouzavý průměr
a	parametr rychlosti přibližování k dlouhodobé rovnováze
$a(.)$	přírůstek hodnoty a
a_1	první cena akcie
α	průměrný výnos, hladina významnosti v souvislosti s VaR
$\hat{\alpha}$	odhad hodnoty α
AMR	aritmetický mean-reversion proces
apod.	a podobně
a_t	cena akcie v čase t
a_{t-1}	cena akcie v čase $t-1$
atd.	a tak dále
b	hodnota dlouhodobé rovnováhy
$b(.)$	přírůstek hodnoty b
BCPP	Burza cenný papírů Praha
β	odhad hodnoty β
C	uzavírací cena
CDF	kumulativní distribuční funkce (Cumulative distribution function)
CIR	Cox-Ingersoll-Ross model
CP	cenný papír
CROSS(.)	funkce protnutí dvou křivek
ČETNOSTI(.)	funkce četnosti
$D(n)$	součet záporných cenových změn za období délky n
Diff	typ formátu souboru
$\Delta\Pi$	změna hodnoty portfolia
dP	přírůstek ceny
dt	přírůstek času t
$dx, \Delta x$	změna hodnoty x
dz	Wienerův přírůstek
E	exponenciální
$E(.)$	střední hodnota
$E_1(n)$	exponenciální klouzavý průměr délky n v čase 1
EMA s opt.	exponenciální klouzavý průměr s optimalizací
ε	náhodné čísla z procesu inverzní transformace
$E_t(.)$	exponenciální klouzavý průměr v čase t
$E_t(n)$	exponenciální klouzavý průměr délky n v čase t
$E_{t-1}(n)$	exponenciální klouzavý průměr délky n v čase $t-1$
$\exp(.)$	exponent
exp., EXPONENTIAL	exponenciální
GBP	geometrický Brownův pohyb
GMR	geometrický mean-reversion pohyb

HDD	pevný disk (hard disk drive)
HW	Hull-Whiteův model
λ	lambda
ln(.)	funkce přirozeného logaritmu
MACD	klouzavý průměr konvergence divergence
MACD s opt.	klouzavý průměr konvergence divergence s optimalizací
MACD(.)	funkce MACD
MACD _t	hodnota indikátoru MACD v čase t
MAcrossover	kombinace dvou klouzavých průměr
MAcrossover s opt.	kombinace dvou klouzavých průměr s optimalizací
MAX(.)	funkce maximum
MB	Megabyte
MIN(.)	funkce minimum
MNČ	metoda nejmenších čtverců
MOV(.)	funkce klouzavého průměru
M-R	mean-reversion
MS	Microsoft
n	počet dnů, délka klouzavého průměru
N	celkový počet členů
N(0;1)	náhodné čísla z normovaného normálního rozdělení pravděpodobnosti
η	hodnota rychlosti přibližování k dlouhodobé rovnovážné hodnotě
ω	reziduální odchylka
opt.	optimalizace, optimální
OPT1	optimální parametr 1
OPT2	optimální parametr 2
PDF	hustota pravděpodobnosti funkce (Probability density function)
PERCENTIL(.)	funkce percentil
PRŮMĚR(.)	funkce průměru
Pr(.)	pravděpodobnost
PX	akciový index PX
R(0;1)	náhodné čísla z rovnoměrného rozložení pravděpodobnosti
REF(.)	funkce reference
resp.	respektive
RSI	index relativní síly
RSI s opt.	index relativní síly s optimalizací
RSI(.)	funkce RSI
RSI _t (n)	hodnota indikátoru RSI v čase t s délkou periody n
R _t	logaritmický výnos akcie v čase t
SDE	stochastická diferenciální rovnice
σ (.)	směrodatná odchylka
SKEW(.)	funkce šikmosti
σ_v (.), SMODCH.VÝBĚR(.)	výběrová směrodatná odchylka

SPAD	hlavní trh pražské burzy – systém pro podporu trhu akcií a dluhopisů
$S_t(n)$	jednoduchý klouzavý průměr délky n v čase t
TA	technická analýza
TRIGGER.LINE _{t}	hodnota spouštěcí linie indikátoru MACD v čase t
$U(n)$	součet kladných cenových změn za období délky n
VaR	Value at Risk
var(dz)	rozptyl Wienerova přírůstku
x_0	počáteční cena akcie
x_t	hodnota akcie v čase t
x_{t-1}	hodnota akcie v čase $t-1$
\hat{y}	trend
z	náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení pravděpodobnosti

Seznam obrázků

Obrázek 3.1 Graf uzavíracích cen akcií Erste Bank ve zvoleném období

Obrázek 3.2 Graf uzavíracích cen akciového indexu PX ve zvoleném období

Obrázek 3.3 Graf uzavíracích cen akciového titulu Orco ve zvoleném období

Obrázek 3.4 Graf vývoje reálného akciového kurzu a simulovaných kurzů pro rostoucí trh

Obrázek 3.5 Graf vývoje reálného akciového kurzu a simulovaných kurzů pro postranní trh

Obrázek 3.6 Graf vývoje reálného akciového kurzu a simulovaných kurzů pro klesající trh

Obrázek 3.7 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Obrázek 3.8 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Obrázek 3.9 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Obrázek 3.10 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Obrázek 3.11 Graf rozdělení pravděpodobností indikátorů s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Obrázek 3.12 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.13 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.14 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.15 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.16 Graf rozdělení pravděpodobností indikátorů s LONG pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.17 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru EMA s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.18 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACrossover s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.19 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACD s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.20 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru RSI s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.21 Graf rozdělení pravděpodobností indikátorů s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Obrázek 3.22 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru EMA s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Obrázek 3.23 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACrossover s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Obrázek 3.24 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru MACD s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Obrázek 3.25 Graf rozdělení pravděpodobnosti výnosů indikátoru RSI s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Obrázek 3.26 Graf rozdělení pravděpodobností indikátorů se SHORT pozicemi pro klesající trh

Seznam tabulek

Tabulka 3.1 Hodnoty parametrů akcie Erste Bank reprezentující rostoucí trh

Tabulka 3.2 Hodnoty parametrů indexu PX reprezentující postranní trh

Tabulka 3.3 Hodnoty parametrů akcie Orco reprezentující klesající trh

Tabulka 3.4 Výsledky optimalizace parametrů indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Tabulka 3.5 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Tabulka 3.6 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Tabulka 3.7 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Tabulka 3.8 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Tabulka 3.9 Shrnutí výsledků zvolených indikátorů pro rostoucí trh s LONG pozicemi

Tabulka 3.10 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Tabulka 3.11 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Tabulka 3.12 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Tabulka 3.13 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Tabulka 3.14 Shrnutí výsledky indikátorů pro postranní trh s LONG pozicemi

Tabulka 3.15 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru EMA s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Tabulka 3.16 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACrossover s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Tabulka 3.17 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACD s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Tabulka 3.18 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru RSI s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Tabulka 3.19 Shrnutí výsledky indikátorů pro postranní trh s LONG i SHORT pozicemi

Tabulka 3.20 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru EMA s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Tabulka 3.21 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACrossover s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Tabulka 3.22 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru MACD s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Tabulka 3.23 Detailní výsledky optimálního parametru indikátoru RSI s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Tabulka 3.24 Shrnutí výsledky indikátorů pro klesající trh se SHORT pozicemi

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo,
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3),
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové (bakalářské) práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25. dubna 2008

.....
jméno a příjmení studenta

Adresa trvalého pobytu studenta:

Novellara 65, Nový Jičín, 741 01
t.martinek@seznam.cz

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Řešení problémů programu MetaStock

Příloha č. 2 – Třídy inverzní transformace akcie Erste Bank

Příloha č. 3 – Třídy inverzní transformace reziduí AMR procesu

Příloha č. 4 – Třídy inverzní transformace reziduí GMR procesu

Příloha č. 5 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Příloha č. 6 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Příloha č. 7 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

Příloha č. 8 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Příloha č. 9 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Příloha č. 10 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Příloha č. 11 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

Příloha č. 12 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru EMA s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Příloha č. 13 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACrossover s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Příloha č. 14 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACD s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Příloha č. 15 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru RSI s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

Příloha č. 16 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru EMA s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Příloha č. 17 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACrossover s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Příloha č. 18 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACD s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

Příloha č. 19 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru RSI s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

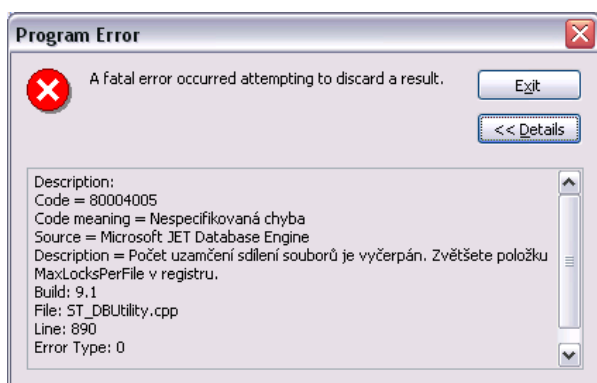
Příloha č. 1/1 – Řešení problémů programu MetaStock

Přes všechny pozitivní vlastnosti, které program MetaStock obsahuje, je také třeba se pozastavit nad chybami či problémy při běhu programu, o kterých se příručky a návody nezmiňují a které se mnohdy objeví až při používání programu. Některé zmíněné problémy můžou dokonce jakékoliv výpočty znemožnit úplně, proto následující odstavce budou věnovány postupům, které by měly část z těchto problémů odstranit. Následující odstavce vycházejí z mé zkušenosti, kterou jsem nabyl za dobu pracování s programem MetaStock. Nejprve pár slov k instalaci. Má-li počítač více než jeden harddisk, je lépe na disku nebo na část disku, kde není instalován operační systém, vytvořit složku určenou pro MetaStock. Doporučuji tedy instalaci programu MetaStock provést s tímto umístěním „D:\Equis MetaStock“, tedy neinstalovat program MetaStock do přednastavené složky „C:\Program Files\Equis“. Výhodou tohoto umístění na nesystémový disk je fakt, že v případě ztráty dat ze systémového disku (například napadení operačního systému virem, porucha registrů, neúmyslné formátování dat, porucha disku apod.) tak nedojde ke ztrátě výsledků (případně vytvořených indikátorů apod.) z programu MetaStock.

Program MetaStock obsahuje více programů a každý dílčí program je zaměřen na jinou oblast a kategorii služeb a aktiv. Pro testování výkonu obchodních strategií slouží program System Tester. V rámci fungování tohoto programu ovšem musím zmínit chybu, která se v souvislosti s použitím System Testeru vyskytuje. Tato chyba se objevuje v situaci, kdy v programu System Tester mažeme rozsáhlé výsledky testů. Většinou se chyba objevuje, pokud jde o výsledky minulých testů, které obsahují řádově desítky tisíc dílčích testů v rámci jednoho testování. Oznámení chyby brání v dokončení výmazu minulých testů. Řešením tohoto problému může být ukončení programu MetaStock a opětovné spuštění, kdy po novém spuštění v části případů bývá mazaný soubor již odstraněn. Ovšem i pokud dojde k úspěšnému smazání výsledků minulých testů, velikost zabraného místa na disku, konkrétně u klíčového souboru „ST_DATA.MDB“, zůstává stále stejná. Mazání dosažených výsledků proto nemá vliv na velikost tohoto souboru, který tak v podstatě pořád zvětšuje svou velikost zabíranou na disku.

Při pokusu smazat rozsáhlejší test se velmi často objevuje následující chybová hláška.

Příloha č. 1/2 – Řešení problémů programu MetaStock



Obrázek Chybová hláška v průběhu procesu mazání rozsáhlých výsledků v programu System Tester

Při výskytu této hlášky se řídíme podle návodu, který je zde dále obsažen. Částečným řešením tohoto problému je zvětšení hodnoty „MaxLockPerFile“ v registru operačního systému Windows. Defaultně je tato hodnota nastavena na hodnotu „9 500“. Tuto hodnotu je třeba zvětšit, což provedeme následovně: klikneme na tlačítko „START“, zvolíme „spustit“ a zadáme „regedit“ a potvrdíme. Následně stiskneme současně tlačítka „CTRL“ a „F“ a do vyhledávacího okénka zadáme text „MaxLock“ a potvrdíme hledání. Poté, kdy je vyhledána položka „MaxLockPerFile“ s výchozí hodnotou „9 500“, zvětšíme kliknutím pravého tlačítka myši na tuto položku defaultní přednastavenou hodnotu kupříkladu na hodnotu „60 000“ a potvrdíme. K užití nově nastavené hodnoty ovšem dojde až po restartu počítače. Změnu v registru doporučuji provádět s ukončeným programem MetaStock. V případě, že i poté dochází k chybě při mazání výsledků, je možné tuto hodnotu položky „MaxLockPerFile“ stejným způsobem dále zvyšovat. Nejsem si vědom toho, že by existovala nějaká maximální hodnota, kterou toto číslo může nabývat, ovšem doporučuji volit novou hodnotu vždy opatrně vzhledem ke stabilitě operačního systému. Doporučuji tedy novou hodnotu zvětšit vždy s krokem 10 000 ve srovnání k hodnotě minulé.

Dalším závažným problémem, který v určité situaci znemožňuje jakékoliv výpočty v Systém Tester, souvisí s velikostí souboru „ST_DATA.MDB“ Tento soubor je umístěn ve složce „D:\Equis MetaStock\MetaStock“ v dolní části obrazovky. Do tohoto souboru program System Tester ukládá všechny indikátory, vytvořené a používané v programu System Tester, tak i výsledky

Příloha č. 1/3 – Řešení problémů programu MetaStock

všech testů. Problém nastává v situaci, jakmile tento soubor dosáhne velikosti přibližně 2 097 MB, poté nejsou dovoleny žádné další nové testy v programu System Tester. Toto omezení velikosti je ukryto v samotném jádru operačního systému Windows a neexistuje způsob, jak hodnotu 2 097 MB v operačním systému Windows Xp (či nižší verze) navýšit nebo obejít. Po dosažení této velikosti je jediným řešením uložení dosavadních výsledků ručním přepokopírováním dat do programu například MS Excel a program System Tester, stejně jako program MetaStock, ukončit. Poté je třeba program MetaStock odinstalovat. Odinstalaci MetaStocku provedeme sledem příkazů: zvolíme „START“, dále zvolíme „ovládací panely“ a „přidat nebo odebrat programy“. Zde označením programu MS 9.1 a volby „změnit nebo odebrat“ provedeme odinstalaci programu z počítače. Poté doporučuji ručně smazat celou složku na disku (tedy například celou složku „D:\Equis MetaStock“), do které jsme program MetaStock instalovali a provést vysypání koše před restartem počítače. Po restartu počítače provedeme novou instalaci programu MetaStock. Poté, co nově vytvořený soubor „ST_DATA.MDB“ dosáhne velikosti přibližně 2 097 MB, je třeba provést novou odinstalaci a celý proces odinstalace a instalace zopakovat.

Jiným způsobem, jak řešit tento stejný problém, kdy soubor s výsledky „ST_DATA.MDB“ dosáhne jeho maximální velikosti, je po nové instalaci programu MetaStock, ale před prvním spuštěním nově instalovaného programu MetaStock, si na bezpečné místo uložit kopii souboru „ST_DATA.MDB“. Pokud při provádění testů znovu dojde k naplnění velikosti tohoto souboru „ST_DATA.MDB“ ve složce MetaStock, provedeme převod výsledků do MS Excel, ukončíme MetaStock, ve složce „D:\Equis MetaStock\MetaStock“ smažeme nebo přejmenujeme ručně soubor „ST_DATA.MDB“. Při přejmenování je nutné zachovat příponu souboru „*.MDB“. Do stejné složky pak zkopírujeme bezpečně uloženou kopii tohoto souboru z doby před prvním spuštěním programu MetaStock a ověříme, zda nově zkopírovaný soubor má název „ST_DATA.MDB“, protože s jiným pojmenováním souboru program MetaStock nedokáže pracovat.

Důvodem tohoto stručného textu je pomoci ostatním uživatelům programu MetaStock s řešením problémů, které při objevují práci s MetaStockem a nejsou řešeny ze strany návodů či příruček nebo oddělení technické podpory dodavatele programu. Pro méně zkušené uživatele můžou, v určitých situacích, znamenat nepoužitelnost programu MetaStock.

Příloha č. 2/1 – Třídy inverzní transformace akcie Erste Bank

Pořadí třídy	Třídy výnosů	Třídy funkce CDF	Pořadí třídy	Třídy výnosů	Třídy funkce CDF	Pořadí třídy	Třídy výnosů	Třídy funkce CDF
1	-4,8128%	0,001323	203	-0,7870%	0,243386	405	3,2388%	0,982804
2	-4,7928%	0,001323	204	-0,7671%	0,248677	406	3,2587%	0,982804
3	-4,7729%	0,002646	205	-0,7472%	0,250000	407	3,2786%	0,982804
4	-4,7530%	0,002646	206	-0,7272%	0,252646	408	3,2985%	0,984127
5	-4,7331%	0,002646	207	-0,7073%	0,255291	409	3,3185%	0,984127
6	-4,7131%	0,002646	208	-0,6874%	0,259259	410	3,3384%	0,986772
7	-4,6932%	0,002646	209	-0,6674%	0,265873	411	3,3583%	0,988095
8	-4,6733%	0,002646	210	-0,6475%	0,275132	412	3,3783%	0,989418
9	-4,6533%	0,002646	211	-0,6276%	0,281746	413	3,3982%	0,990741
10	-4,6334%	0,002646	212	-0,6076%	0,284392	414	3,4181%	0,990741
11	-4,6135%	0,002646	213	-0,5877%	0,293651	415	3,4380%	0,990741
12	-4,5935%	0,002646	214	-0,5678%	0,301587	416	3,4580%	0,990741
13	-4,5736%	0,002646	215	-0,5479%	0,308201	417	3,4779%	0,990741
14	-4,5537%	0,003968	216	-0,5279%	0,316138	418	3,4978%	0,990741
15	-4,5338%	0,003968	217	-0,5080%	0,324074	419	3,5178%	0,990741
16	-4,5138%	0,003968	218	-0,4881%	0,330688	420	3,5377%	0,992063
17	-4,4939%	0,003968	219	-0,4681%	0,334656	421	3,5576%	0,992063
18	-4,4740%	0,003968	220	-0,4482%	0,337302	422	3,5776%	0,992063
19	-4,4540%	0,005291	221	-0,4283%	0,341270	423	3,5975%	0,992063
20	-4,4341%	0,005291	222	-0,4083%	0,349206	424	3,6174%	0,992063
21	-4,4142%	0,005291	223	-0,3884%	0,351852	425	3,6373%	0,992063
22	-4,3943%	0,005291	224	-0,3685%	0,359788	426	3,6573%	0,994709
23	-4,3743%	0,005291	225	-0,3486%	0,366402	427	3,6772%	0,994709
24	-4,3544%	0,005291	226	-0,3286%	0,371693	428	3,6971%	0,997354
25	-4,3345%	0,005291	227	-0,3087%	0,376984	429	3,7171%	0,997354
26	-4,3145%	0,005291	228	-0,2888%	0,382275	430	3,7370%	0,997354
27	-4,2946%	0,005291	229	-0,2688%	0,384921	431	3,7569%	0,997354
28	-4,2747%	0,005291	230	-0,2489%	0,386243	432	3,7768%	0,997354
29	-4,2547%	0,005291	231	-0,2290%	0,391534	433	3,7968%	0,997354
30	-4,2348%	0,005291	232	-0,2091%	0,395503	434	3,8167%	0,997354
31	-4,2149%	0,005291	233	-0,1891%	0,398148	435	3,8366%	0,997354
32	-4,1950%	0,005291	234	-0,1692%	0,404762	436	3,8566%	0,997354
33	-4,1750%	0,005291	235	-0,1493%	0,416667	437	3,8765%	0,997354
34	-4,1551%	0,005291	236	-0,1293%	0,420635	438	3,8964%	0,997354
35	-4,1352%	0,005291	237	-0,1094%	0,424603	439	3,9164%	0,997354
36	-4,1152%	0,005291	238	-0,0895%	0,427249	440	3,9363%	0,997354
37	-4,0953%	0,005291	239	-0,0695%	0,448413	441	3,9562%	0,997354
38	-4,0754%	0,005291	240	-0,0496%	0,451058	442	3,9761%	0,997354
39	-4,0555%	0,005291	241	-0,0297%	0,451058	443	3,9961%	0,997354
40	-4,0355%	0,005291	242	-0,0098%	0,451058	444	4,0160%	0,997354
41	-4,0156%	0,005291	243	0,0102%	0,477513	445	4,0359%	0,997354
42	-3,9957%	0,005291	244	0,0301%	0,477513	446	4,0559%	0,997354
43	-3,9757%	0,006614	245	0,0500%	0,477513	447	4,0758%	0,997354
44	-3,9558%	0,006614	246	0,0700%	0,480159	448	4,0957%	0,997354
45	-3,9359%	0,006614	247	0,0899%	0,505291	449	4,1157%	0,997354
46	-3,9159%	0,006614	248	0,1098%	0,510582	450	4,1356%	0,997354

Příloha č. 2/2 – Třídy inverzní transformace akcie Erste Bank

47	-3,8960%	0,006614	249	0,1297%	0,514550	451	4,1555%	0,997354
48	-3,8761%	0,006614	250	0,1497%	0,515873	452	4,1754%	0,997354
49	-3,8562%	0,006614	251	0,1696%	0,522487	453	4,1954%	0,997354
50	-3,8362%	0,006614	252	0,1895%	0,526455	454	4,2153%	0,997354
51	-3,8163%	0,006614	253	0,2095%	0,527778	455	4,2352%	0,997354
52	-3,7964%	0,006614	254	0,2294%	0,529101	456	4,2552%	0,997354
53	-3,7764%	0,006614	255	0,2493%	0,542328	457	4,2751%	0,997354
54	-3,7565%	0,006614	256	0,2693%	0,548942	458	4,2950%	0,997354
55	-3,7366%	0,006614	257	0,2892%	0,551587	459	4,3149%	0,997354
56	-3,7166%	0,006614	258	0,3091%	0,559524	460	4,3349%	0,997354
57	-3,6967%	0,006614	259	0,3290%	0,562169	461	4,3548%	0,997354
58	-3,6768%	0,006614	260	0,3490%	0,566138	462	4,3747%	0,997354
59	-3,6569%	0,006614	261	0,3689%	0,574074	463	4,3947%	0,997354
60	-3,6369%	0,006614	262	0,3888%	0,588624	464	4,4146%	0,997354
61	-3,6170%	0,009259	263	0,4088%	0,592593	465	4,4345%	0,997354
62	-3,5971%	0,009259	264	0,4287%	0,601852	466	4,4545%	0,997354
63	-3,5771%	0,009259	265	0,4486%	0,604497	467	4,4744%	0,997354
64	-3,5572%	0,009259	266	0,4685%	0,613757	468	4,4943%	0,997354
65	-3,5373%	0,009259	267	0,4885%	0,621693	469	4,5142%	0,997354
66	-3,5174%	0,009259	268	0,5084%	0,637566	470	4,5342%	0,997354
67	-3,4974%	0,009259	269	0,5283%	0,642857	471	4,5541%	0,997354
68	-3,4775%	0,010582	270	0,5483%	0,652116	472	4,5740%	0,997354
69	-3,4576%	0,011905	271	0,5682%	0,660053	473	4,5940%	0,997354
70	-3,4376%	0,011905	272	0,5881%	0,662698	474	4,6139%	0,997354
71	-3,4177%	0,011905	273	0,6081%	0,670635	475	4,6338%	0,997354
72	-3,3978%	0,011905	274	0,6280%	0,682540	476	4,6537%	0,997354
73	-3,3778%	0,011905	275	0,6479%	0,685185	477	4,6737%	0,997354
74	-3,3579%	0,013228	276	0,6678%	0,693122	478	4,6936%	0,997354
75	-3,3380%	0,013228	277	0,6878%	0,697090	479	4,7135%	0,997354
76	-3,3181%	0,013228	278	0,7077%	0,702381	480	4,7335%	0,998677
77	-3,2981%	0,014550	279	0,7276%	0,711640	481	4,7534%	0,998677
78	-3,2782%	0,014550	280	0,7476%	0,715608	482	4,7733%	0,998677
79	-3,2583%	0,014550	281	0,7675%	0,720899	483	4,7933%	0,998677
80	-3,2383%	0,014550	282	0,7874%	0,730159	484	4,8132%	0,998677
81	-3,2184%	0,014550	283	0,8074%	0,730159	485	4,8331%	0,998677
82	-3,1985%	0,014550	284	0,8273%	0,738095	486	4,8530%	0,998677
83	-3,1786%	0,015873	285	0,8472%	0,744709	487	4,8730%	0,998677
84	-3,1586%	0,018519	286	0,8671%	0,748677	488	4,8929%	0,998677
85	-3,1387%	0,018519	287	0,8871%	0,755291	489	4,9128%	0,998677
86	-3,1188%	0,019841	288	0,9070%	0,760582	490	4,9328%	0,998677
87	-3,0988%	0,019841	289	0,9269%	0,768519	491	4,9527%	0,998677
88	-3,0789%	0,019841	290	0,9469%	0,777778	492	4,9726%	0,998677
89	-3,0590%	0,019841	291	0,9668%	0,788360	493	4,9925%	0,998677
90	-3,0390%	0,019841	292	0,9867%	0,797619	494	5,0125%	0,998677
91	-3,0191%	0,019841	293	1,0066%	0,804233	495	5,0324%	0,998677
92	-2,9992%	0,019841	294	1,0266%	0,809524	496	5,0523%	0,998677
93	-2,9793%	0,019841	295	1,0465%	0,812169	497	5,0723%	0,998677
94	-2,9593%	0,019841	296	1,0664%	0,820106	498	5,0922%	0,998677

Příloha č. 2/3 – Třídy inverzní transformace akcie Erste Bank

95	-2,9394%	0,019841	297	1,0864%	0,822751	499	5,1121%	0,998677
96	-2,9195%	0,022487	298	1,1063%	0,825397	500	5,1321%	0,998677
97	-2,8995%	0,022487	299	1,1262%	0,826720			
98	-2,8796%	0,023810	300	1,1462%	0,830688			
99	-2,8597%	0,023810	301	1,1661%	0,834656			
100	-2,8398%	0,023810	302	1,1860%	0,835979			
101	-2,8198%	0,023810	303	1,2059%	0,835979			
102	-2,7999%	0,023810	304	1,2259%	0,837302			
103	-2,7800%	0,023810	305	1,2458%	0,838624			
104	-2,7600%	0,026455	306	1,2657%	0,846561			
105	-2,7401%	0,026455	307	1,2857%	0,847884			
106	-2,7202%	0,026455	308	1,3056%	0,851852			
107	-2,7002%	0,027778	309	1,3255%	0,858466			
108	-2,6803%	0,029101	310	1,3454%	0,861111			
109	-2,6604%	0,031746	311	1,3654%	0,862434			
110	-2,6405%	0,031746	312	1,3853%	0,865079			
111	-2,6205%	0,031746	313	1,4052%	0,866402			
112	-2,6006%	0,033069	314	1,4252%	0,867725			
113	-2,5807%	0,034392	315	1,4451%	0,870370			
114	-2,5607%	0,035714	316	1,4650%	0,870370			
115	-2,5408%	0,035714	317	1,4850%	0,873016			
116	-2,5209%	0,035714	318	1,5049%	0,878307			
117	-2,5009%	0,037037	319	1,5248%	0,882275			
118	-2,4810%	0,037037	320	1,5447%	0,884921			
119	-2,4611%	0,038360	321	1,5647%	0,887566			
120	-2,4412%	0,039683	322	1,5846%	0,891534			
121	-2,4212%	0,039683	323	1,6045%	0,892857			
122	-2,4013%	0,039683	324	1,6245%	0,895503			
123	-2,3814%	0,039683	325	1,6444%	0,895503			
124	-2,3614%	0,041005	326	1,6643%	0,898148			
125	-2,3415%	0,042328	327	1,6842%	0,898148			
126	-2,3216%	0,042328	328	1,7042%	0,899471			
127	-2,3017%	0,042328	329	1,7241%	0,900794			
128	-2,2817%	0,043651	330	1,7440%	0,906085			
129	-2,2618%	0,044974	331	1,7640%	0,910053			
130	-2,2419%	0,044974	332	1,7839%	0,910053			
131	-2,2219%	0,044974	333	1,8038%	0,910053			
132	-2,2020%	0,044974	334	1,8238%	0,910053			
133	-2,1821%	0,046296	335	1,8437%	0,914021			
134	-2,1621%	0,051587	336	1,8636%	0,919312			
135	-2,1422%	0,052910	337	1,8835%	0,920635			
136	-2,1223%	0,054233	338	1,9035%	0,923280			
137	-2,1024%	0,055556	339	1,9234%	0,924603			
138	-2,0824%	0,056878	340	1,9433%	0,927249			
139	-2,0625%	0,060847	341	1,9633%	0,929894			
140	-2,0426%	0,060847	342	1,9832%	0,931217			
141	-2,0226%	0,060847	343	2,0031%	0,933862			
142	-2,0027%	0,062169	344	2,0231%	0,935185			

Příloha č. 2/4 – Třídy inverzní transformace akcie Erste Bank

143	-1,9828%	0,063492	345	2,0430%	0,936508
144	-1,9629%	0,066138	346	2,0629%	0,939153
145	-1,9429%	0,066138	347	2,0828%	0,939153
146	-1,9230%	0,066138	348	2,1028%	0,939153
147	-1,9031%	0,067460	349	2,1227%	0,940476
148	-1,8831%	0,068783	350	2,1426%	0,941799
149	-1,8632%	0,071429	351	2,1626%	0,941799
150	-1,8433%	0,074074	352	2,1825%	0,943122
151	-1,8233%	0,078042	353	2,2024%	0,945767
152	-1,8034%	0,078042	354	2,2223%	0,947090
153	-1,7835%	0,079365	355	2,2423%	0,949735
154	-1,7636%	0,079365	356	2,2622%	0,951058
155	-1,7436%	0,080688	357	2,2821%	0,953704
156	-1,7237%	0,085979	358	2,3021%	0,955026
157	-1,7038%	0,085979	359	2,3220%	0,956349
158	-1,6838%	0,088624	360	2,3419%	0,956349
159	-1,6639%	0,088624	361	2,3619%	0,958995
160	-1,6440%	0,092593	362	2,3818%	0,958995
161	-1,6241%	0,092593	363	2,4017%	0,958995
162	-1,6041%	0,096561	364	2,4216%	0,958995
163	-1,5842%	0,096561	365	2,4416%	0,960317
164	-1,5643%	0,099206	366	2,4615%	0,960317
165	-1,5443%	0,101852	367	2,4814%	0,962963
166	-1,5244%	0,103175	368	2,5014%	0,962963
167	-1,5045%	0,104497	369	2,5213%	0,968254
168	-1,4845%	0,105820	370	2,5412%	0,968254
169	-1,4646%	0,108466	371	2,5611%	0,968254
170	-1,4447%	0,112434	372	2,5811%	0,969577
171	-1,4248%	0,112434	373	2,6010%	0,970899
172	-1,4048%	0,116402	374	2,6209%	0,970899
173	-1,3849%	0,119048	375	2,6409%	0,970899
174	-1,3650%	0,120370	376	2,6608%	0,972222
175	-1,3450%	0,121693	377	2,6807%	0,972222
176	-1,3251%	0,124339	378	2,7007%	0,972222
177	-1,3052%	0,124339	379	2,7206%	0,972222
178	-1,2852%	0,128307	380	2,7405%	0,972222
179	-1,2653%	0,132275	381	2,7604%	0,973545
180	-1,2454%	0,134921	382	2,7804%	0,973545
181	-1,2255%	0,137566	383	2,8003%	0,973545
182	-1,2055%	0,137566	384	2,8202%	0,974868
183	-1,1856%	0,142857	385	2,8402%	0,974868
184	-1,1657%	0,146825	386	2,8601%	0,974868
185	-1,1457%	0,148148	387	2,8800%	0,976190
186	-1,1258%	0,157407	388	2,8999%	0,976190
187	-1,1059%	0,157407	389	2,9199%	0,976190
188	-1,0860%	0,164021	390	2,9398%	0,976190
189	-1,0660%	0,170635	391	2,9597%	0,980159
190	-1,0461%	0,174603	392	2,9797%	0,980159
191	-1,0262%	0,181217	393	2,9996%	0,980159
192	-1,0062%	0,185185	394	3,0195%	0,980159

Příloha č. 3/1 – Třídy inverzní transformace reziduí AMR procesu

Pořadí třídy	Třídy odchylek	Třídy funkce CDF	Pořadí třídy	Třídy odchylek	Třídy funkce CDF	Pořadí třídy	Třídy odchylek	Třídy funkce CDF
1	-29,30	0,000547	203	-6,94	0,099617	405	15,42	0,990695
2	-29,19	0,000547	204	-6,83	0,103996	406	15,53	0,990695
3	-29,08	0,000547	205	-6,72	0,104543	407	15,64	0,991790
4	-28,97	0,000547	206	-6,61	0,106185	408	15,75	0,991790
5	-28,86	0,000547	207	-6,50	0,110016	409	15,86	0,991790
6	-28,75	0,000547	208	-6,39	0,112753	410	15,97	0,991790
7	-28,64	0,000547	209	-6,28	0,115490	411	16,08	0,991790
8	-28,53	0,000547	210	-6,17	0,119321	412	16,19	0,991790
9	-28,42	0,000547	211	-6,06	0,121511	413	16,30	0,991790
10	-28,31	0,000547	212	-5,95	0,126437	414	16,41	0,992885
11	-28,19	0,001095	213	-5,84	0,129721	415	16,52	0,992885
12	-28,08	0,001095	214	-5,73	0,131363	416	16,63	0,992885
13	-27,97	0,001095	215	-5,61	0,135194	417	16,74	0,992885
14	-27,86	0,001095	216	-5,50	0,138478	418	16,85	0,992885
15	-27,75	0,001095	217	-5,39	0,141215	419	16,96	0,992885
16	-27,64	0,001095	218	-5,28	0,147236	420	17,08	0,993432
17	-27,53	0,001095	219	-5,17	0,148878	421	17,19	0,993432
18	-27,42	0,001095	220	-5,06	0,154351	422	17,30	0,993432
19	-27,31	0,001095	221	-4,95	0,157635	423	17,41	0,993432
20	-27,20	0,001095	222	-4,84	0,161467	424	17,52	0,993979
21	-27,09	0,001095	223	-4,73	0,165298	425	17,63	0,994527
22	-26,98	0,001095	224	-4,62	0,169677	426	17,74	0,995074
23	-26,87	0,001095	225	-4,51	0,171866	427	17,85	0,995074
24	-26,76	0,001095	226	-4,40	0,174603	428	17,96	0,995074
25	-26,65	0,001095	227	-4,29	0,181171	429	18,07	0,995074
26	-26,53	0,001095	228	-4,18	0,186645	430	18,18	0,995074
27	-26,42	0,001095	229	-4,07	0,192666	431	18,29	0,995074
28	-26,31	0,001095	230	-3,95	0,199234	432	18,40	0,995621
29	-26,20	0,001095	231	-3,84	0,205802	433	18,51	0,996169
30	-26,09	0,001095	232	-3,73	0,211275	434	18,63	0,996169
31	-25,98	0,001095	233	-3,62	0,216201	435	18,74	0,996169
32	-25,87	0,001095	234	-3,51	0,221675	436	18,85	0,996716
33	-25,76	0,001095	235	-3,40	0,229885	437	18,96	0,996716
34	-25,65	0,001095	236	-3,29	0,237001	438	19,07	0,996716
35	-25,54	0,001095	237	-3,18	0,242474	439	19,18	0,996716
36	-25,43	0,001095	238	-3,07	0,252874	440	19,29	0,996716
37	-25,32	0,001095	239	-2,96	0,258347	441	19,40	0,996716
38	-25,21	0,001095	240	-2,85	0,266557	442	19,51	0,996716
39	-25,10	0,001095	241	-2,74	0,273673	443	19,62	0,996716
40	-24,98	0,001095	242	-2,63	0,281883	444	19,73	0,996716
41	-24,87	0,001095	243	-2,52	0,288998	445	19,84	0,996716
42	-24,76	0,001095	244	-2,41	0,297756	446	19,95	0,996716
43	-24,65	0,001095	245	-2,29	0,304324	447	20,06	0,996716
44	-24,54	0,001095	246	-2,18	0,311987	448	20,17	0,996716
45	-24,43	0,001095	247	-2,07	0,320197	449	20,29	0,996716
46	-24,32	0,001095	248	-1,96	0,328955	450	20,40	0,996716

Příloha č. 3/2 – Třídy inverzní transformace reziduí AMR procesu

47	-24,21	0,001095	249	-1,85	0,334428	451	20,51	0,996716
48	-24,10	0,001095	250	-1,74	0,344828	452	20,62	0,996716
49	-23,99	0,001095	251	-1,63	0,352490	453	20,73	0,996716
50	-23,88	0,001095	252	-1,52	0,359059	454	20,84	0,996716
51	-23,77	0,001095	253	-1,41	0,369458	455	20,95	0,996716
52	-23,66	0,001095	254	-1,30	0,378216	456	21,06	0,996716
53	-23,55	0,001095	255	-1,19	0,389163	457	21,17	0,997263
54	-23,44	0,001095	256	-1,08	0,399562	458	21,28	0,997263
55	-23,32	0,001095	257	-0,97	0,407225	459	21,39	0,997263
56	-23,21	0,001095	258	-0,86	0,415435	460	21,50	0,997263
57	-23,10	0,001095	259	-0,74	0,422551	461	21,61	0,997263
58	-22,99	0,001095	260	-0,63	0,432403	462	21,72	0,997263
59	-22,88	0,001642	261	-0,52	0,442802	463	21,83	0,997263
60	-22,77	0,001642	262	-0,41	0,452107	464	21,95	0,997263
61	-22,66	0,001642	263	-0,30	0,461959	465	22,06	0,997263
62	-22,55	0,002189	264	-0,19	0,475096	466	22,17	0,997263
63	-22,44	0,002189	265	-0,08	0,492611	467	22,28	0,997811
64	-22,33	0,002189	266	0,03	0,507937	468	22,39	0,997811
65	-22,22	0,002189	267	0,14	0,516147	469	22,50	0,997811
66	-22,11	0,002189	268	0,25	0,529283	470	22,61	0,998358
67	-22,00	0,002189	269	0,36	0,541872	471	22,72	0,998358
68	-21,89	0,002189	270	0,47	0,547345	472	22,83	0,998905
69	-21,77	0,002189	271	0,58	0,555556	473	22,94	0,998905
70	-21,66	0,002737	272	0,69	0,565408	474	23,05	0,998905
71	-21,55	0,002737	273	0,80	0,573071	475	23,16	0,998905
72	-21,44	0,002737	274	0,92	0,585112	476	23,27	0,998905
73	-21,33	0,002737	275	1,03	0,597154	477	23,38	0,998905
74	-21,22	0,002737	276	1,14	0,605911	478	23,50	0,998905
75	-21,11	0,002737	277	1,25	0,614669	479	23,61	0,998905
76	-21,00	0,002737	278	1,36	0,626710	480	23,72	0,998905
77	-20,89	0,002737	279	1,47	0,639299	481	23,83	0,998905
78	-20,78	0,003284	280	1,58	0,647510	482	23,94	0,998905
79	-20,67	0,003284	281	1,69	0,657362	483	24,05	0,998905
80	-20,56	0,003284	282	1,80	0,663930	484	24,16	0,998905
81	-20,45	0,003284	283	1,91	0,672140	485	24,27	0,998905
82	-20,34	0,003284	284	2,02	0,681445	486	24,38	0,998905
83	-20,23	0,003284	285	2,13	0,685824	487	24,49	0,998905
84	-20,11	0,003284	286	2,24	0,696771	488	24,60	0,998905
85	-20,00	0,003284	287	2,35	0,706076	489	24,71	0,998905
86	-19,89	0,003284	288	2,47	0,713191	490	24,82	0,998905
87	-19,78	0,003284	289	2,58	0,718664	491	24,93	0,998905
88	-19,67	0,003284	290	2,69	0,725780	492	25,04	0,998905
89	-19,56	0,003284	291	2,80	0,732895	493	25,16	0,998905
90	-19,45	0,003284	292	2,91	0,744390	494	25,27	0,998905
91	-19,34	0,003284	293	3,02	0,751505	495	25,38	0,998905
92	-19,23	0,003284	294	3,13	0,757526	496	25,49	0,998905
93	-19,12	0,003284	295	3,24	0,765189	497	25,60	0,998905
94	-19,01	0,003284	296	3,35	0,769020	498	25,71	0,998905
95	-18,90	0,003831	297	3,46	0,775041	499	25,82	0,998905
96	-18,79	0,003831	298	3,57	0,779420	500	25,93	0,998905

Příloha č. 3/3 – Třídy inverzní transformace reziduí AMR procesu

97	-18,68	0,004379	299	3,68	0,782704	501	26,04	1,000000
98	-18,57	0,004379	300	3,79	0,790367			
99	-18,45	0,004379	301	3,90	0,793103			
100	-18,34	0,004379	302	4,01	0,795293			
101	-18,23	0,004379	303	4,13	0,800766			
102	-18,12	0,004379	304	4,24	0,805692			
103	-18,01	0,004379	305	4,35	0,813903			
104	-17,90	0,004379	306	4,46	0,817734			
105	-17,79	0,004379	307	4,57	0,823207			
106	-17,68	0,004379	308	4,68	0,830870			
107	-17,57	0,004379	309	4,79	0,834154			
108	-17,46	0,004379	310	4,90	0,836891			
109	-17,35	0,004379	311	5,01	0,841270			
110	-17,24	0,004379	312	5,12	0,845649			
111	-17,13	0,004926	313	5,23	0,849480			
112	-17,02	0,004926	314	5,34	0,853311			
113	-16,90	0,006021	315	5,45	0,857143			
114	-16,79	0,006021	316	5,56	0,860974			
115	-16,68	0,006568	317	5,67	0,865353			
116	-16,57	0,007115	318	5,79	0,866995			
117	-16,46	0,007115	319	5,90	0,870279			
118	-16,35	0,007663	320	6,01	0,871921			
119	-16,24	0,008210	321	6,12	0,875205			
120	-16,13	0,008210	322	6,23	0,877395			
121	-16,02	0,008210	323	6,34	0,879037			
122	-15,91	0,009305	324	6,45	0,883415			
123	-15,80	0,009305	325	6,56	0,885605			
124	-15,69	0,009305	326	6,67	0,889436			
125	-15,58	0,009305	327	6,78	0,894910			
126	-15,47	0,009305	328	6,89	0,899288			
127	-15,36	0,009852	329	7,00	0,902573			
128	-15,24	0,010400	330	7,11	0,904762			
129	-15,13	0,010947	331	7,22	0,908593			
130	-15,02	0,010947	332	7,34	0,909688			
131	-14,91	0,011494	333	7,45	0,914067			
132	-14,80	0,011494	334	7,56	0,917351			
133	-14,69	0,012042	335	7,67	0,918993			
134	-14,58	0,012589	336	7,78	0,921182			
135	-14,47	0,012589	337	7,89	0,921730			
136	-14,36	0,013136	338	8,00	0,923919			
137	-14,25	0,013136	339	8,11	0,926108			
138	-14,14	0,013136	340	8,22	0,929392			
139	-14,03	0,014231	341	8,33	0,929392			
140	-13,92	0,014778	342	8,44	0,932677			
141	-13,81	0,015873	343	8,55	0,934866			
142	-13,69	0,016968	344	8,66	0,935961			
143	-13,58	0,016968	345	8,77	0,939792			
144	-13,47	0,016968	346	8,88	0,940887			
145	-13,36	0,017515	347	9,00	0,942529			
146	-13,25	0,018610	348	9,11	0,944171			
147	-13,14	0,020252	349	9,22	0,946360			

Příloha č. 3/4 – Třídy inverzní transformace reziduí AMR procesu

148	-13,03	0,021894	350	9,33	0,947455
149	-12,92	0,022441	351	9,44	0,948550
150	-12,81	0,022989	352	9,55	0,950192
151	-12,70	0,023536	353	9,66	0,951286
152	-12,59	0,025178	354	9,77	0,951834
153	-12,48	0,025725	355	9,88	0,952381
154	-12,37	0,026273	356	9,99	0,953476
155	-12,26	0,027915	357	10,10	0,955118
156	-12,15	0,028462	358	10,21	0,956212
157	-12,03	0,028462	359	10,32	0,957307
158	-11,92	0,028462	360	10,43	0,958402
159	-11,81	0,028462	361	10,55	0,959496
160	-11,70	0,028462	362	10,66	0,960044
161	-11,59	0,030651	363	10,77	0,960044
162	-11,48	0,031746	364	10,88	0,961138
163	-11,37	0,032293	365	10,99	0,962233
164	-11,26	0,032841	366	11,10	0,963328
165	-11,15	0,033388	367	11,21	0,965517
166	-11,04	0,033935	368	11,32	0,965517
167	-10,93	0,033935	369	11,43	0,967159
168	-10,82	0,036672	370	11,54	0,968801
169	-10,71	0,038862	371	11,65	0,969896
170	-10,60	0,041051	372	11,76	0,971538
171	-10,49	0,042146	373	11,87	0,972085
172	-10,37	0,043240	374	11,98	0,972633
173	-10,26	0,044882	375	12,09	0,973180
174	-10,15	0,046524	376	12,21	0,973180
175	-10,04	0,047072	377	12,32	0,974275
176	-9,93	0,048714	378	12,43	0,974822
177	-9,82	0,049261	379	12,54	0,976464
178	-9,71	0,049261	380	12,65	0,977011
179	-9,60	0,049261	381	12,76	0,977011
180	-9,49	0,053093	382	12,87	0,977011
181	-9,38	0,054187	383	12,98	0,977011
182	-9,27	0,055282	384	13,09	0,978106
183	-9,16	0,057471	385	13,20	0,978106
184	-9,05	0,059661	386	13,31	0,979201
185	-8,94	0,061303	387	13,42	0,980843
186	-8,82	0,062397	388	13,53	0,981938
187	-8,71	0,064587	389	13,64	0,982485
188	-8,60	0,068418	390	13,75	0,983032
189	-8,49	0,070060	391	13,87	0,983580
190	-8,38	0,073344	392	13,98	0,984127
191	-8,27	0,074986	393	14,09	0,984674
192	-8,16	0,076628	394	14,20	0,984674
193	-8,05	0,077723	395	14,31	0,985769
194	-7,94	0,081554	396	14,42	0,986316
195	-7,83	0,083196	397	14,53	0,987411
196	-7,72	0,084291	398	14,64	0,988506
197	-7,61	0,088123	399	14,75	0,989600
198	-7,50	0,090312	400	14,86	0,989600

Příloha č. 3/5 – Třídy inverzní transformace reziduí AMR procesu

199	-7,39	0,092501	401	14,97	0,989600
200	-7,28	0,094143	402	15,08	0,989600
201	-7,16	0,095238	403	15,19	0,990148
202	-7,05	0,099070	404	15,30	0,990695

Příloha č. 4/1 – Třídý inverzní transformace reziduí GMR procesu

Pořadí třídý	Třídý odchylek	Třídý funkce CDF	Pořadí třídý	Třídý odchylek	Třídý funkce CDF	Pořadí třídý	Třídý odchylek	Třídý funkce CDF
1	-6,7303%	0,005236	206	-1,0180%	0,324607	411	4,6942%	0,984293
2	-6,7024%	0,005236	207	-0,9902%	0,324607	412	4,7221%	0,984293
3	-6,6745%	0,005236	208	-0,9623%	0,345550	413	4,7500%	0,984293
4	-6,6467%	0,005236	209	-0,9344%	0,345550	414	4,7778%	0,984293
5	-6,6188%	0,005236	210	-0,9066%	0,350785	415	4,8057%	0,984293
6	-6,5909%	0,005236	211	-0,8787%	0,366492	416	4,8335%	0,984293
7	-6,5631%	0,005236	212	-0,8508%	0,382199	417	4,8614%	0,984293
8	-6,5352%	0,005236	213	-0,8230%	0,382199	418	4,8893%	0,984293
9	-6,5073%	0,005236	214	-0,7951%	0,382199	419	4,9171%	0,984293
10	-6,4795%	0,005236	215	-0,7672%	0,392670	420	4,9450%	0,984293
11	-6,4516%	0,005236	216	-0,7394%	0,392670	421	4,9729%	0,984293
12	-6,4237%	0,005236	217	-0,7115%	0,397906	422	5,0007%	0,984293
13	-6,3959%	0,005236	218	-0,6836%	0,408377	423	5,0286%	0,984293
14	-6,3680%	0,005236	219	-0,6558%	0,413613	424	5,0565%	0,984293
15	-6,3402%	0,010471	220	-0,6279%	0,424084	425	5,0843%	0,984293
16	-6,3123%	0,010471	221	-0,6000%	0,424084	426	5,1122%	0,984293
17	-6,2844%	0,010471	222	-0,5722%	0,429319	427	5,1401%	0,984293
18	-6,2566%	0,010471	223	-0,5443%	0,445026	428	5,1679%	0,984293
19	-6,2287%	0,010471	224	-0,5165%	0,445026	429	5,1958%	0,984293
20	-6,2008%	0,010471	225	-0,4886%	0,445026	430	5,2237%	0,984293
21	-6,1730%	0,010471	226	-0,4607%	0,476440	431	5,2515%	0,984293
22	-6,1451%	0,010471	227	-0,4329%	0,486911	432	5,2794%	0,984293
23	-6,1172%	0,010471	228	-0,4050%	0,492147	433	5,3072%	0,984293
24	-6,0894%	0,010471	229	-0,3771%	0,492147	434	5,3351%	0,984293
25	-6,0615%	0,010471	230	-0,3493%	0,497382	435	5,3630%	0,984293
26	-6,0336%	0,010471	231	-0,3214%	0,513089	436	5,3908%	0,984293
27	-6,0058%	0,010471	232	-0,2935%	0,518325	437	5,4187%	0,984293
28	-5,9779%	0,010471	233	-0,2657%	0,528796	438	5,4466%	0,984293
29	-5,9501%	0,010471	234	-0,2378%	0,534031	439	5,4744%	0,984293
30	-5,9222%	0,010471	235	-0,2099%	0,539267	440	5,5023%	0,984293
31	-5,8943%	0,010471	236	-0,1821%	0,539267	441	5,5302%	0,989529
32	-5,8665%	0,015707	237	-0,1542%	0,554974	442	5,5580%	0,989529
33	-5,8386%	0,015707	238	-0,1263%	0,554974	443	5,5859%	0,989529
34	-5,8107%	0,015707	239	-0,0985%	0,560209	444	5,6138%	0,989529
35	-5,7829%	0,015707	240	-0,0706%	0,565445	445	5,6416%	0,994764
36	-5,7550%	0,015707	241	-0,0428%	0,575916	446	5,6695%	0,994764
37	-5,7271%	0,015707	242	-0,0149%	0,581152	447	5,6974%	0,994764
38	-5,6993%	0,015707	243	0,0130%	0,586387	448	5,7252%	0,994764
39	-5,6714%	0,020942	244	0,0408%	0,591623	449	5,7531%	0,994764
40	-5,6435%	0,020942	245	0,0687%	0,596859	450	5,7809%	0,994764
41	-5,6157%	0,020942	246	0,0966%	0,612565	451	5,8088%	0,994764
42	-5,5878%	0,020942	247	0,1244%	0,623037	452	5,8367%	0,994764
43	-5,5599%	0,026178	248	0,1523%	0,633508	453	5,8645%	0,994764
44	-5,5321%	0,026178	249	0,1802%	0,643979	454	5,8924%	0,994764
45	-5,5042%	0,026178	250	0,2080%	0,670157	455	5,9203%	0,994764

Příloha č. 4/2 – Třídy inverzní transformace reziduí GMR procesu

46	-5,4764%	0,026178	251	0,2359%	0,670157	456	5,9481%	0,994764
47	-5,4485%	0,026178	252	0,2638%	0,670157	457	5,9760%	0,994764
48	-5,4206%	0,026178	253	0,2916%	0,680628	458	6,0039%	0,994764
49	-5,3928%	0,026178	254	0,3195%	0,691099	459	6,0317%	0,994764
50	-5,3649%	0,026178	255	0,3473%	0,696335	460	6,0596%	0,994764
51	-5,3370%	0,026178	256	0,3752%	0,696335	461	6,0875%	0,994764
52	-5,3092%	0,026178	257	0,4031%	0,696335	462	6,1153%	0,994764
53	-5,2813%	0,031414	258	0,4309%	0,696335	463	6,1432%	0,994764
54	-5,2534%	0,031414	259	0,4588%	0,706806	464	6,1710%	0,994764
55	-5,2256%	0,031414	260	0,4867%	0,712042	465	6,1989%	0,994764
56	-5,1977%	0,031414	261	0,5145%	0,717277	466	6,2268%	0,994764
57	-5,1698%	0,031414	262	0,5424%	0,717277	467	6,2546%	0,994764
58	-5,1420%	0,031414	263	0,5703%	0,717277	468	6,2825%	0,994764
59	-5,1141%	0,031414	264	0,5981%	0,738220	469	6,3104%	0,994764
60	-5,0862%	0,031414	265	0,6260%	0,748691	470	6,3382%	0,994764
61	-5,0584%	0,031414	266	0,6539%	0,753927	471	6,3661%	0,994764
62	-5,0305%	0,031414	267	0,6817%	0,764398	472	6,3940%	0,994764
63	-5,0027%	0,031414	268	0,7096%	0,769634	473	6,4218%	0,994764
64	-4,9748%	0,036649	269	0,7375%	0,769634	474	6,4497%	0,994764
65	-4,9469%	0,036649	270	0,7653%	0,774869	475	6,4776%	0,994764
66	-4,9191%	0,036649	271	0,7932%	0,790576	476	6,5054%	0,994764
67	-4,8912%	0,036649	272	0,8210%	0,795812	477	6,5333%	0,994764
68	-4,8633%	0,036649	273	0,8489%	0,795812	478	6,5612%	0,994764
69	-4,8355%	0,036649	274	0,8768%	0,806283	479	6,5890%	0,994764
70	-4,8076%	0,036649	275	0,9046%	0,811518	480	6,6169%	0,994764
71	-4,7797%	0,036649	276	0,9325%	0,821990	481	6,6447%	0,994764
72	-4,7519%	0,036649	277	0,9604%	0,827225	482	6,6726%	0,994764
73	-4,7240%	0,036649	278	0,9882%	0,827225	483	6,7005%	0,994764
74	-4,6961%	0,036649	279	1,0161%	0,827225	484	6,7283%	0,994764
75	-4,6683%	0,036649	280	1,0440%	0,827225	485	6,7562%	0,994764
76	-4,6404%	0,036649	281	1,0718%	0,832461	486	6,7841%	0,994764
77	-4,6126%	0,036649	282	1,0997%	0,837696	487	6,8119%	0,994764
78	-4,5847%	0,036649	283	1,1276%	0,837696	488	6,8398%	0,994764
79	-4,5568%	0,036649	284	1,1554%	0,837696	489	6,8677%	0,994764
80	-4,5290%	0,036649	285	1,1833%	0,837696	490	6,8955%	0,994764
81	-4,5011%	0,036649	286	1,2112%	0,842932	491	6,9234%	0,994764
82	-4,4732%	0,036649	287	1,2390%	0,842932	492	6,9513%	0,994764
83	-4,4454%	0,036649	288	1,2669%	0,842932	493	6,9791%	0,994764
84	-4,4175%	0,036649	289	1,2947%	0,842932	494	7,0070%	0,994764
85	-4,3896%	0,041885	290	1,3226%	0,853403	495	7,0349%	0,994764
86	-4,3618%	0,041885	291	1,3505%	0,853403	496	7,0627%	0,994764
87	-4,3339%	0,041885	292	1,3783%	0,863874	497	7,0906%	0,994764
88	-4,3060%	0,041885	293	1,4062%	0,863874	498	7,1184%	0,994764
89	-4,2782%	0,041885	294	1,4341%	0,863874	499	7,1463%	0,994764
90	-4,2503%	0,041885	295	1,4619%	0,863874	500	7,1742%	0,994764
91	-4,2224%	0,041885	296	1,4898%	0,869110	501	7,2020%	1,000000
92	-4,1946%	0,047120	297	1,5177%	0,874346			
93	-4,1667%	0,047120	298	1,5455%	0,874346			

Příloha č. 4/3 – Třídy inverzní transformace reziduí GMR procesu

94	-4,1389%	0,047120	299	1,5734%	0,874346
95	-4,1110%	0,047120	300	1,6013%	0,874346
96	-4,0831%	0,047120	301	1,6291%	0,879581
97	-4,0553%	0,047120	302	1,6570%	0,884817
98	-4,0274%	0,047120	303	1,6848%	0,890052
99	-3,9995%	0,047120	304	1,7127%	0,900524
100	-3,9717%	0,047120	305	1,7406%	0,905759
101	-3,9438%	0,047120	306	1,7684%	0,905759
102	-3,9159%	0,052356	307	1,7963%	0,905759
103	-3,8881%	0,052356	308	1,8242%	0,905759
104	-3,8602%	0,052356	309	1,8520%	0,905759
105	-3,8323%	0,052356	310	1,8799%	0,910995
106	-3,8045%	0,057592	311	1,9078%	0,910995
107	-3,7766%	0,057592	312	1,9356%	0,910995
108	-3,7487%	0,057592	313	1,9635%	0,910995
109	-3,7209%	0,068063	314	1,9914%	0,910995
110	-3,6930%	0,073298	315	2,0192%	0,910995
111	-3,6652%	0,073298	316	2,0471%	0,910995
112	-3,6373%	0,073298	317	2,0750%	0,910995
113	-3,6094%	0,073298	318	2,1028%	0,910995
114	-3,5816%	0,078534	319	2,1307%	0,910995
115	-3,5537%	0,078534	320	2,1585%	0,910995
116	-3,5258%	0,078534	321	2,1864%	0,910995
117	-3,4980%	0,078534	322	2,2143%	0,910995
118	-3,4701%	0,078534	323	2,2421%	0,910995
119	-3,4422%	0,078534	324	2,2700%	0,910995
120	-3,4144%	0,078534	325	2,2979%	0,910995
121	-3,3865%	0,078534	326	2,3257%	0,910995
122	-3,3586%	0,078534	327	2,3536%	0,910995
123	-3,3308%	0,078534	328	2,3815%	0,910995
124	-3,3029%	0,078534	329	2,4093%	0,910995
125	-3,2750%	0,083770	330	2,4372%	0,910995
126	-3,2472%	0,083770	331	2,4651%	0,910995
127	-3,2193%	0,083770	332	2,4929%	0,910995
128	-3,1915%	0,083770	333	2,5208%	0,910995
129	-3,1636%	0,083770	334	2,5487%	0,910995
130	-3,1357%	0,083770	335	2,5765%	0,910995
131	-3,1079%	0,083770	336	2,6044%	0,910995
132	-3,0800%	0,083770	337	2,6322%	0,916230
133	-3,0521%	0,083770	338	2,6601%	0,921466
134	-3,0243%	0,083770	339	2,6880%	0,926702
135	-2,9964%	0,083770	340	2,7158%	0,931937
136	-2,9685%	0,083770	341	2,7437%	0,931937
137	-2,9407%	0,083770	342	2,7716%	0,931937
138	-2,9128%	0,083770	343	2,7994%	0,937173
139	-2,8849%	0,083770	344	2,8273%	0,942408
140	-2,8571%	0,083770	345	2,8552%	0,942408
141	-2,8292%	0,083770	346	2,8830%	0,942408

Příloha č. 4/4 – Třídy inverzní transformace reziduí GMR procesu

142	-2,8014%	0,083770	347	2,9109%	0,942408
143	-2,7735%	0,083770	348	2,9388%	0,942408
144	-2,7456%	0,083770	349	2,9666%	0,942408
145	-2,7178%	0,083770	350	2,9945%	0,947644
146	-2,6899%	0,083770	351	3,0223%	0,947644
147	-2,6620%	0,083770	352	3,0502%	0,947644
148	-2,6342%	0,099476	353	3,0781%	0,947644
149	-2,6063%	0,099476	354	3,1059%	0,947644
150	-2,5784%	0,099476	355	3,1338%	0,947644
151	-2,5506%	0,099476	356	3,1617%	0,947644
152	-2,5227%	0,099476	357	3,1895%	0,947644
153	-2,4948%	0,104712	358	3,2174%	0,947644
154	-2,4670%	0,104712	359	3,2453%	0,952880
155	-2,4391%	0,104712	360	3,2731%	0,958115
156	-2,4112%	0,104712	361	3,3010%	0,958115
157	-2,3834%	0,104712	362	3,3289%	0,958115
158	-2,3555%	0,104712	363	3,3567%	0,963351
159	-2,3277%	0,104712	364	3,3846%	0,963351
160	-2,2998%	0,104712	365	3,4125%	0,968586
161	-2,2719%	0,104712	366	3,4403%	0,968586
162	-2,2441%	0,109948	367	3,4682%	0,968586
163	-2,2162%	0,109948	368	3,4960%	0,968586
164	-2,1883%	0,109948	369	3,5239%	0,968586
165	-2,1605%	0,115183	370	3,5518%	0,968586
166	-2,1326%	0,115183	371	3,5796%	0,968586
167	-2,1047%	0,115183	372	3,6075%	0,968586
168	-2,0769%	0,115183	373	3,6354%	0,968586
169	-2,0490%	0,115183	374	3,6632%	0,968586
170	-2,0211%	0,120419	375	3,6911%	0,968586
171	-1,9933%	0,120419	376	3,7190%	0,968586
172	-1,9654%	0,125654	377	3,7468%	0,973822
173	-1,9375%	0,125654	378	3,7747%	0,973822
174	-1,9097%	0,130890	379	3,8026%	0,973822
175	-1,8818%	0,130890	380	3,8304%	0,973822
176	-1,8540%	0,146597	381	3,8583%	0,973822
177	-1,8261%	0,146597	382	3,8862%	0,973822
178	-1,7982%	0,157068	383	3,9140%	0,973822
179	-1,7704%	0,162304	384	3,9419%	0,973822
180	-1,7425%	0,162304	385	3,9697%	0,973822
181	-1,7146%	0,167539	386	3,9976%	0,973822
182	-1,6868%	0,167539	387	4,0255%	0,973822
183	-1,6589%	0,167539	388	4,0533%	0,973822
184	-1,6310%	0,183246	389	4,0812%	0,973822
185	-1,6032%	0,188482	390	4,1091%	0,973822
186	-1,5753%	0,198953	391	4,1369%	0,973822
187	-1,5474%	0,209424	392	4,1648%	0,973822
188	-1,5196%	0,219895	393	4,1927%	0,973822
189	-1,4917%	0,240838	394	4,2205%	0,973822

Příloha č. 4/5 – Třídy inverzní transformace reziduí GMR procesu

190	-1,4639%	0,240838	395	4,2484%	0,973822
191	-1,4360%	0,240838	396	4,2763%	0,973822
192	-1,4081%	0,240838	397	4,3041%	0,973822
193	-1,3803%	0,246073	398	4,3320%	0,973822
194	-1,3524%	0,246073	399	4,3599%	0,973822
195	-1,3245%	0,246073	400	4,3877%	0,973822
196	-1,2967%	0,256545	401	4,4156%	0,973822
197	-1,2688%	0,261780	402	4,4434%	0,979058
198	-1,2409%	0,261780	403	4,4713%	0,979058
199	-1,2131%	0,272251	404	4,4992%	0,979058
200	-1,1852%	0,287958	405	4,5270%	0,979058
201	-1,1573%	0,287958	406	4,5549%	0,979058
202	-1,1295%	0,298429	407	4,5828%	0,979058
203	-1,1016%	0,308901	408	4,6106%	0,979058
204	-1,0737%	0,314136	409	4,6385%	0,984293
205	-1,0459%	0,314136	410	4,6664%	0,984293

Příloha č. 5 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	$\lambda 1$	OPT2	$\lambda 2$
10 nejlepších výsledků optimalizace	72,24%	2	30	6,45%	65	3,03%
	71,90%	1	30	6,45%	85	2,33%
	71,84%	1	30	6,45%	90	2,20%
	71,74%	2	28	6,90%	85	2,33%
	71,58%	1	28	6,90%	90	2,20%
	71,41%	2	30	6,45%	75	2,63%
	71,18%	2	28	6,90%	65	3,03%
	71,14%	2	26	7,41%	90	2,20%
	71,12%	2	26	7,41%	85	2,33%
	71,02%	2	30	6,45%	80	2,47%
5 nejhorších výsledků optimalizace	10.97 %	7	22	8,70%	10	18,18%
	10.47 %	10	12	15,38%	10	18,18%
	10.32 %	10	14	13,33%	10	18,18%
	9.32 %	9	16	11,76%	10	18,18%
	9.25 %	8	18	10,53%	10	18,18%

Příloha č. 6 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ
10 nejlepších výsledků optimalizace	32,91%	12	28	6,90%
	32,61%	11	37	5,26%
	32,54%	11	32	6,06%
	32,46%	10	41	4,76%
	32,42%	11	36	5,41%
	32,27%	11	33	5,88%
	32,20%	11	35	5,56%
	32,20%	10	39	5,00%
	32,16%	10	42	4,65%
	31,98%	12	27	7,14%
5 nejhorších výsledků optimalizace	17,95%	22	6	28,57%
	15,94%	24	5	33,33%
	14,37%	26	4	40,00%
	8,59%	30	3	50,00%
	0,77%	36	2	66,67%

Příloha č. 7 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi pro rostoucí trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1
10 nejlepších výsledků optimalizace	13,32%	3	8
	13,18%	4	7
	12,81%	2	9
	11,76%	5	6
	11,76%	2	10
	11,20%	9	4
	10,33%	1	11
	10,11%	1	13
	9,60%	6	5
	8,50%	1	12
5 nejhorších výsledků optimalizace	4,54%	0	32
	4,52%	0	33
	4,51%	0	34
	4,51%	0	35
	-0,78%	24	2

Příloha č. 8 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru EMA s opt. s LONG pozicemi
pro postranní trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ
10 nejlepších výsledků optimalizace	-4.15 %	9	143	1,39%
	-4.17 %	9	142	1,40%
	-4.31 %	9	144	1,38%
	-4.48 %	9	141	1,41%
	-4.52 %	9	139	1,43%
	-4.65 %	9	140	1,42%
	-4.72 %	12	99	2,00%
	-4.73 %	9	137	1,45%
	-4.75 %	8	146	1,36%
	-4.76 %	8	145	1,37%
5 nejhorších výsledků optimalizace	-40.32 %	62	5	33,56%
	-43.52 %	67	4	40,21%
	-50.04 %	76	3	50,91%
	-57.49 %	92	2	66,66%
	-69.69 %	126	1	100%

Příloha č. 9 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACrossover s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ_1	OPT2	λ_2
10 nejlepších výsledků optimalizace	0,55%	6	14	13,33%	40	4,88%
	0,41%	4	14	13,33%	65	3,03%
	0,36%	3	22	8,70%	105	1,89%
	0,23%	2	28	6,90%	100	1,98%
	0,21%	4	26	7,41%	65	3,03%
	0,18%	3	28	6,90%	95	2,08%
	0,18%	4	16	11,76%	65	3,03%
	0,18%	2	30	6,45%	100	1,98%
	0,15%	3	30	6,45%	65	3,03%
	0,15%	4	28	6,90%	60	3,28%
5 nejhorších výsledků optimalizace	-13,63%	21	2	66,67%	25	7,69%
	-15,78%	23	4	40,00%	10	18,18%
	-16,39%	23	2	66,67%	20	9,52%
	-18,63%	27	2	66,67%	15	12,50%
	-23,34%	32	2	66,67%	10	18,18%

Příloha č. 10 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACD s opt. s LONG pozicemi pro postranní trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ
10 nejlepších výsledků optimalizace	0,05%	10	37	5,26%
	-0,14%	11	36	5,41%
	-0,31%	10	38	5,13%
	-0,39%	11	35	5,56%
	-0,55%	11	33	5,88%
	-0,61%	11	32	6,06%
	-0,77%	11	34	5,71%
	-0,83%	10	39	5,00%
	-1,08%	10	40	4,88%
	-1,09%	10	41	4,76%
5 nejhorších výsledků optimalizace	-12,01%	19	7	25,00%
	-12,25%	22	5	33,33%
	-15,33%	25	4	40,00%
	-17,66%	29	3	50,00%
	-20,39%	34	2	66,67%

Příloha č. 11 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru RSI s opt. s LONG pozicemi
pro postranní trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1
10 nejlepších výsledků optimalizace	9,34%	0	24
	9,16%	1	21
	8,96%	0	22
	8,76%	0	23
	7,35%	1	20
	6,42%	1	19
	6,32%	3	10
	6,05%	2	12
	6,03%	0	26
	5,93%	0	27
5 nejhorších výsledků optimalizace	-3,80%	6	6
	-4,27%	8	5
	-7,72%	11	4
	-8,49%	15	3
	-18,81%	24	2

Příloha č. 12 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru EMA s opt. s LONG
i SHORT pozicemi pro postranní trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ
10 nejlepších výsledků optimalizace	-8,98%	20	137	1,45%
	-8,99%	20	136	1,46%
	-9,22%	21	115	1,72%
	-9,32%	23	104	1,90%
	-9,36%	24	103	1,92%
	-9,40%	21	111	1,79%
	-9,46%	22	109	1,82%
	-9,75%	19	147	1,35%
	-9,79%	19	143	1,39%
	-9,85%	20	135	1,47%
5 nejhorších výsledků optimalizace	-44,69%	124	5	33,33%
	-47,59%	135	4	40,00%
	-53,70%	153	3	50,00%
	-60,74%	184	2	66,67%
	-72,78%	252	1	100,00%

Příloha č. 13 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACrossover s opt. s LONG
i SHORT pozicemi pro postranní trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	$\lambda 1$	OPT2	$\lambda 2$
10 nejlepších výsledků optimalizace	0,10%	16	30	6,45%	25	7,69%
	-0,52%	15	12	15,38%	30	6,45%
	-0,79%	18	6	28,57%	40	4,88%
	-0,85%	13	14	13,33%	40	4,88%
	-0,92%	17	10	18,18%	30	6,45%
	-0,97%	16	8	22,22%	40	4,88%
	-1,04%	13	14	13,33%	35	5,56%
	-1,10%	9	22	8,70%	50	3,92%
	-1,30%	16	28	6,90%	25	7,69%
	-1,31%	13	18	10,53%	30	6,45%
5 nejhorších výsledků optimalizace	-14,51%	41	2	66,67%	25	7,69%
	-16,63%	47	4	40,00%	10	18,18%
	-17,17%	45	2	66,67%	20	9,52%
	-19,07%	54	2	66,67%	15	12,50%
	-23,37%	64	2	66,67%	10	18,18%

Příloha č. 14 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACD s opt. s LONG
i SHORT pozicemi pro postranní trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ
10 nejlepších výsledků optimalizace	-0,56%	22	34	5,71%
	-0,62%	21	38	5,13%
	-0,98%	22	33	5,88%
	-1,04%	22	36	5,41%
	-1,20%	21	37	5,26%
	-1,58%	22	35	5,56%
	-1,62%	23	31	6,25%
	-1,70%	22	32	6,06%
	-1,77%	23	30	6,45%
	-1,92%	21	39	5,00%
5 nejhorších výsledků optimalizace	-11,29%	45	5	33,33%
	-11,38%	39	7	25,00%
	-16,84%	51	4	40,00%
	-19,22%	58	3	50,00%
	-21,90%	69	2	66,67%

Příloha č. 15 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru RSI s opt. s LONG i SHORT pozicemi pro postranní trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1
10 nejlepších výsledků optimalizace	11,08%	2	24
	10,73%	2	23
	10,49%	2	22
	8,71%	2	21
	7,99%	3	20
	7,90%	1	27
	7,40%	3	18
	7,07%	1	28
	7,04%	3	19
	6,78%	1	26
5 nejhorších výsledků optimalizace	-8,05%	19	6
	-9,62%	25	5
	-13,30%	33	4
	-15,94%	48	3
	-28,62%	81	2

Příloha č. 16 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru EMA s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ
10 nejlepších výsledků optimalizace	126.12 %	32	38	5,13%
	125.75 %	28	55	3,57%
	123.89 %	31	42	4,65%
	122.81 %	33	39	5,00%
	121.85 %	36	32	6,06%
	121.81 %	30	43	4,55%
	121.58 %	34	34	5,71%
	120.64 %	29	53	3,70%
	120.18 %	34	37	5,26%
	120.02 %	36	31	6,25%
5 nejhorších výsledků optimalizace	1.60 %	67	5	33,33%
	-13.01 %	71	4	40,00%
	-18.35 %	73	3	50,00%
	-24.34 %	76	2	66,67%
	-48.76 %	82	1	100,00%

Příloha č. 17 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MAcrossover s opt.
se SHORT pozicemi pro klesající trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	$\lambda 1$	OPT2	$\lambda 2$
10 nejlepších výsledků optimalizace	138,44%	12	8	22,22%	10	18,18%
	133,69%	9	8	22,22%	15	12,50%
	132,60%	14	6	28,57%	10	18,18%
	132,04%	8	10	18,18%	15	12,50%
	131,86%	11	6	28,57%	15	12,50%
	131,36%	13	2	66,67%	20	9,52%
	130,95%	7	4	40,00%	30	6,45%
	130,83%	8	6	28,57%	20	9,52%
	130,67%	9	2	66,67%	30	6,45%
	130,59%	13	4	40,00%	15	12,50%
5 nejhorších výsledků optimalizace	20,03%	3	30	6,45%	20	9,52%
	19,91%	3	30	6,45%	25	7,69%
	19,64%	3	26	7,41%	25	7,69%
	19,54%	3	28	6,90%	25	7,69%
	19,16%	6	30	6,45%	10	18,18%

Příloha č. 18 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru MACD s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1	λ
10 nejlepších výsledků optimalizace	76,20%	10	30	6,45%
	75,68%	10	27	7,14%
	74,50%	10	29	6,67%
	74,41%	10	28	6,90%
	74,37%	10	26	7,41%
	74,29%	9	31	6,25%
	73,70%	11	25	7,69%
	73,44%	9	32	6,06%
	72,43%	11	22	8,70%
	72,04%	13	15	12,50%
5 nejhorších výsledků optimalizace	64,89%	8	48	4,08%
	64,47%	8	49	4,00%
	64,09%	22	3	50,00%
	62,86%	8	50	3,92%
	61,46%	25	2	66,67%

Příloha č. 19 – Výsledky optimalizace parametrů indikátoru RSI s opt. se SHORT pozicemi pro klesající trh

	Průměrný očekávaný výnos	Průměrný počet obchodů	OPT1
10 nejlepších výsledků optimalizace	40,78%	18	3
	36,33%	12	4
	32,35%	8	5
	31,53%	6	6
	31,30%	30	2
	31,01%	4	7
	27,91%	3	8
	26,31%	3	9
	21,89%	1	11
	20,05%	2	10
5 nejhorších výsledků optimalizace	6,66%	0	38
	6,63%	0	39
	6,60%	0	30
	6,60%	0	29
	6,36%	0	28